

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Influencia del ámbar natural de ciprés sobre las
propiedades físicas y mecánicas de la subrasante
en la avenida San Martín - Circunvalación,
Segundo Anillo, Juliaca 2021**

Jhon Eddy Quispe Huarilloclla
Renzo Alexander Torres Valencia

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Arequipa, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

INFLUENCIA DEL ÁMBAR NATURAL DE CIPRÉS SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AV. SAN MARTÍN - CIRCUNVALACIÓN, SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.ucatolica.edu.co Fuente de Internet	2%
4	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	1%

8	Fuente de Internet	1 %
9	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1 %
10	docplayer.gr Fuente de Internet	1 %
11	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
14	www.repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	pa.bibdigital.uccor.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %

20	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	ciencia.lasalle.edu.co Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	www.repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.ujcm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador Trabajo del estudiante	<1 %
29	bibliotecasdelecuador.com Fuente de Internet	<1 %
30	Submitted to Universidad de Ciencias y Humanidades Trabajo del estudiante	<1 %

31

repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

32

Raúl González Herrera. "Estimación de las pérdidas económicas en las estructuras asociadas a peligro sísmico en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas", Universidad Nacional Autónoma de México, 2013

Publicación

<1 %

33

dspace.ucacue.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

34

issuu.com

Fuente de Internet

<1 %

35

repositorio.ucundinamarca.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

36

repositorio.unj.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

37

www.colorus.de

Fuente de Internet

<1 %

38

FERNANDO GARRIGÓS SANCHIS. "Estudios de degradación y alterabilidad de rocas blandas y su aplicación a la estabilidad de taludes en facies TAP dentro de la Comunidad Valenciana", Universitat Politècnica de València, 2015

Publicación

<1 %

repositorio.upse.edu.ec

39

Fuente de Internet

<1 %

40

repositorio.unprg.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

41

Submitted to Universidad Internacional Isabel I de Castilla

Trabajo del estudiante

<1 %

42

qdoc.tips

Fuente de Internet

<1 %

43

ribuni.uni.edu.ni

Fuente de Internet

<1 %

44

dspace.esPOCH.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

45

repositorio.upao.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

46

1library.co

Fuente de Internet

<1 %

47

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

<1 %

48

repository.usta.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

49

www.fundacionauna.org

Fuente de Internet

<1 %

50 Submitted to Universidad Católica de Santa María <1 %
Trabajo del estudiante

51 Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana <1 %
Trabajo del estudiante

52 dokumen.pub <1 %
Fuente de Internet

53 repositorio.escuelaing.edu.co <1 %
Fuente de Internet

54 repositorio.uns.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

55 www.di.uniovi.es <1 %
Fuente de Internet

56 www.iau.usp.br <1 %
Fuente de Internet

57 www.nishi-corp.com <1 %
Fuente de Internet

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser el guía y apoyo incondicional para concretar esta meta académica y el logro de nuestra carrera profesional.

A nuestro asesor, el Ing. Kildare Jussety Ascue Escalante, por su ayuda en el taller de investigación y su experiencia para guiarnos en este estudio.

DEDICATORIA

A nuestros padres, hermanos y demás familiares, quienes nos apoyaron en todo momento, nos alentaron a seguir adelante en los momentos difíciles y nos enseñaron a que el esfuerzo y dedicación siempre trae réditos.

A nuestros colegas, por su compañía y apoyo mutuo durante toda nuestra carrera universitaria.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.2. Formulación del problema.....	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Justificación e importancia	3
1.3.1. Justificación técnica	3
1.3.2. Justificación social	3
1.3.3. Justificación metodológica	3
1.4. Hipótesis y descripción de variables	4
1.4.1. Hipótesis	4
1.4.2. Descripción de variables	4
1.4.4. Operacionalización de variables.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes del problema.....	6
2.1.1. Internacionales.....	6
2.1.2. Nacionales	9
2.2. Bases teóricas	11
2.2.1. Ámbar	11
2.2.2. Suelo.....	13
2.2.2. Subrasante.....	18
2.2.3. Límites de consistencia.....	20
2.2.4. Clasificación de suelos AASHTO	23
2.2.5. Clasificación de suelos SUCS.....	25
2.2.6. Compactación de suelos.....	27
2.2.7. Proctor modificado	27

2.2.8. California Bearing Ratio (CBR).....	28
2.2.9. Carreteras.....	29
2.2.10. Caminos no pavimentados.....	30
2.2.11. Estabilización de suelo.....	31
2.2.12. Resinas.....	33
2.3. Definición de términos básicos.....	33
2.3.1. Arcillas.....	33
2.3.2. Capacidad de soporte.....	33
2.3.3. Granulometría.....	35
2.3.4. Límites de consistencia.....	35
2.3.5. Proctor modificado.....	36
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	37
3.1. Metodología y alcance de la investigación.....	37
3.1.1. Enfoque de la investigación.....	37
3.1.2. Método de la investigación.....	37
3.1.3. Tipo de investigación.....	37
3.1.4. Nivel de la investigación.....	38
3.2. Diseño de la investigación.....	38
3.3. Población y muestra.....	38
3.3.1. Población.....	38
3.3.2. Muestra.....	38
3.3.3. Tipo de muestreo.....	38
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	39
3.4.1. Técnicas de recolección de datos.....	39
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....	39
3.4.3. Validez de los instrumentos de investigación.....	39
3.4.4. Procedimientos de recolección de datos.....	39
3.4.5. Confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	63
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	67
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información.....	67
4.1.1. Calicata 1.....	67
4.1.2. Calicata 2.....	71
4.1.3. Calicata 3.....	76
4.2. Prueba de hipótesis.....	81
4.2.1. Índice de plasticidad de un suelo natural.....	81
4.2.2. CBR suelo natural.....	82
4.2.3. Índice de plasticidad a un 8 % de adición de ámbar de ciprés.....	83

4.2.4. CBR incorporando el 8% de ámbar de ciprés.....	84
4.3. Discusión de resultados	85
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES	90
BIBLIOGRAFÍA	92
ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	105
ANEXO 2. CONTEO DE AFORO VEHICULAR DE UNA SEMANA	106
ANEXO 3. PANEL FOTOGRÁFICO.....	115
ANEXO 4. PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS	118
ANEXO 5. CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO.....	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de operacionalización de variables.....	5
Tabla 2. Granulometría del suelo granulares y finos	14
Tabla 3. Clasificación según tamaño y suelos.....	15
Tabla 4. Clasificación de arcillas según su origen.....	19
Tabla 5. Subrasante y sus diferentes categorías.....	20
Tabla 6. Clasificación de suelos según índice de plasticidad	22
Tabla 7. Características de los grupos de suelos A-01 a A-03.....	24
Tabla 8. Características de los grupos de suelos A-4 a A-7	25
Tabla 9. Características de algunas resinas.....	34
Tabla 10. Propiedades químicas del ámbar de ciprés	47
Tabla 11. Incorporación de ámbar natural de ciprés para el ensayo de límite líquido	53
Tabla 12. Incorporación de ámbar natural de ciprés para el ensayo de límite plástico	55
Tabla 13. Incorporación de ámbar natural de ciprés en Proctor modificado	60
Tabla 14. Resumen de aforo vehicular.....	64
Tabla 15. Cálculo de IMDA	65
Tabla 16. Tráfico vehicular IMD anual.....	66
Tabla 17. Análisis granulométrico C-01.....	68
Tabla 18. Clasificación de suelos C-01	68
Tabla 19. Resumen de los límites de consistencia C-01	69
Tabla 20. Resumen del contenido húmedo y densidad C-01	69
Tabla 21. Variación del ensayo de CBR C-01	70
Tabla 22. Resumen de los ensayos en laboratorio C-01	71
Tabla 23. Análisis granulométrico C-2.....	72
Tabla 24. Clasificación de suelos C-2.....	73
Tabla 25. Resumen de los límites de consistencia C-2	73
Tabla 26. Variación del contenido húmedo y densidad C-2.....	74
Tabla 27. Variación del ensayo de CBR C-2.....	75
Tabla 28. Resumen de los ensayos en laboratorio C-02.....	76
Tabla 29. Análisis granulométrico C-3.....	77
Tabla 30. Clasificación de suelos C-3.....	78
Tabla 31. Cuadro de resumen de los límites de consistencia C-03	78
Tabla 32. Variación del contenido húmedo y densidad C-03.....	79
Tabla 33. Variación del ensayo de CBR C-3.....	80

Tabla 34. Resumen de los ensayos en laboratorio C-3.....	80
Tabla 35. Comparación de resultados entre un SN y SN + 10 % de ámbar	81
Tabla 36. Cálculo de P-valor y media.....	82
Tabla 37. Cálculo de P-valor y media.....	83
Tabla 38. Cálculo de P-valor y media.....	84
Tabla 39. Cálculo de P-valor y media.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ámbar natural de ciprés.	12
Figura 2. Ámbar natural del tronco del árbol.	12
Figura 3. Origen de árboles de pinos, eucalipto y sauces.	13
Figura 4. Perfil del suelo.	14
Figura 5. Curva granulométrica.	15
Figura 6. Partículas gravas de 2 mm.	16
Figura 7. Granos finos de río o arena.	16
Figura 8. Granos finos o limo.	17
Figura 9. Forma de las partículas de arcilla.	17
Figura 10. Lámina de tipo silícico.	18
Figura 11. Lámina de tipo alumínico.	18
Figura 12. Capas de la subrasante.	19
Figura 13. Transmisión de cargas.	20
Figura 14. Material escoria de acero.	21
Figura 15. Límites de Atterberg.	21
Figura 16. Cuchara de casagrande.	22
Figura 17. Equipo de límite plástico.	22
Figura 18. Gráfico de plasticidad.	23
Figura 19. Simbología de la clasificación AASHTO.	26
Figura 20. Simbología de la clasificación SUCS.	26
Figura 21. Compactación de suelos por energía vibratoria.	27
Figura 22. Elementos del sistema de compactación Proctor.	28
Figura 23. California Bearing Ratio (CBR).	29
Figura 24. Equipo de CBR.	30
Figura 25. Enlace entre dos ciudades.	30
Figura 26. Camino no pavimentado.	31
Figura 27. Estabilización de suelo en trocha carrozable.	31
Figura 28. Estabilización química.	32
Figura 29. Estabilización mecánica.	32
Figura 30. Resina natural y resina sintética.	33
Figura 31. Arcillas expansivas.	34
Figura 32. Capacidad de soporte de pavimento flexible y rígido.	35
Figura 33. Granulometría de los diferentes tamaños de materiales de suelos.	35
Figura 34. Gráfico de límites de consistencia.	36
Figura 35. Humedad de compactación – curva densidad seca.	36

Figura 36. Ficha de análisis granulométrico por tamizado.....	40
Figura 37. Ficha de ensayo CBR - gráfico de penetración.	41
Figura 38. Ficha de relación de humedad - densidad Proctor CBR.....	42
Figura 39. Ficha de ensayo de Proctor modificado.	43
Figura 40. Ficha de ensayo de límite líquido y plástico.	44
Figura 41. Mapa de ubicación de la zona de proyecto.	45
Figura 42. Localización in situ del proyecto.....	46
Figura 43. Árbol de ciprés en la ciudad de Juliaca.	46
Figura 44. Extracción del ámbar del ciprés.	46
Figura 45. Ámbar de ciprés ya extraído.	47
Figura 46. Realizando la calicata 1 con retroexcavadora.	47
Figura 47. Determinando la profundidad de la calicata 1.....	48
Figura 48. Calicata número 2.....	48
Figura 49. Calicata número 3.....	48
Figura 50. Secado de muestras antes de su ingreso a laboratorio.....	49
Figura 51. Procedimiento del cuarteo para iniciar el análisis granulométrico.....	49
Figura 52. Material es pasado por diferentes tamices.	50
Figura 53. Mostrando el resultado del peso retenido.....	50
Figura 54. Proceso del peso de la muestra.....	51
Figura 55. Mesclado homogéneo de la muestra en una vasija.....	51
Figura 56. Proteger la muestra para que no pierda su humedad.....	52
Figura 57. Con la espátula misma formar un surco en la pasta.....	52
Figura 58. La ranura se cierra con menos de 25 golpes.....	52
Figura 59. Ámbar natural de ciprés molido para límite plástico.	53
Figura 60. Mezclar la muestra homogénea en una capsula porcelana.....	54
Figura 61. Se rola de extremo a extremo la espera.....	54
Figura 62. Se gira y se rola en una placa de vidrio las barritas.	54
Figura 63. Se retira la muestra de limite plástico del horno.	55
Figura 64. Selección del molde, Proctor modificado método C.	56
Figura 65. Homogenizado de la muestra para su tamizaje.....	56
Figura 66. Tamizado de la muestra y su colocación en cada bandeja.....	56
Figura 67. Mezcla homogénea con agua de probeta.	57
Figura 68. Ámbar de ciprés al 4 % para el ensayo de Proctor.....	57
Figura 69. Ámbar de ciprés al 6 % para el ensayo de Proctor.....	57
Figura 70. Ámbar de ciprés al 8 % para el ensayo de Proctor.....	58
Figura 71. Ámbar de ciprés al 10 % para el ensayo de Proctor.....	58
Figura 72. Proceso de saturación por 24 horas.....	58

Figura 73. Inicio de compactación con el ensayo de Proctor.....	59
Figura 74. Compactando la muestra por cada capa.....	59
Figura 75. Culminando con la compactación.....	59
Figura 76. Rasado de la muestra excedente.....	60
Figura 77. Agregado de un 4 % de ámbar para el ensayo de CBR.	61
Figura 78. Ámbar al 6 % en el ensayo de CBR.	61
Figura 79. Ámbar al 8 % para el ensayo de CBR.....	61
Figura 80. Ámbar al 10 % en el ensayo de CBR.	62
Figura 81. Lectura de peso del molde y de la muestra para la prueba de CBR.....	62
Figura 82. Prueba de CBR según ASTM 0-698 0-357 AASHTO T-99 T-180.....	62
Figura 83. Curva granulométrica C-01.	68
Figura 84. Variación del índice de plasticidad C-1.....	69
Figura 85. Comparación de densidades C-01.....	70
Figura 86. Variación del CBR al 100% C-01.	71
Figura 87. Variación de los ensayos en laboratorio C-1.....	72
Figura 88. Curva granulométrica C-2.	73
Figura 89. Variación del índice de plasticidad C-2.....	74
Figura 90. Comparación de densidades C-2.....	75
Figura 91. Variación del CBR al 100 % C-2.	75
Figura 92. Variación de los ensayos en laboratorio C-2.....	76
Figura 93. Curva granulométrica C-3.	77
Figura 94. Variación del índice plástico C-3.	78
Figura 95. Comparación de densidades C-3.....	79
Figura 96. Variación del CBR al 100 % C-3.	80
Figura 97. Variación de los ensayos en laboratorio C-3.....	81

RESUMEN

Esta investigación lleva como título *Influencia del ámbar natural de ciprés sobre las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante en la Av. San Martín - Circunvalación, Segundo Anillo, Juliaca 2021*. Tiene el cometido principal de establecer cómo es que, a nivel mecánico y físico, y en distintas dosificaciones porcentuales, interactúa el ámbar de ciprés en la subrasante del tramo de carretera descrito. En esta tesis se aplicó una metodología inductiva, que genera un nuevo conocimiento generalizado a partir de hechos o conclusiones muy particulares. Para lograr los objetivos de investigación, se realizaron ensayos de granulometría, límites de Atterberg, densidad máxima seca, contenido de humedad y CBR (California Bearing Ratio), como lo indican las normas ASTM. Los resultados fueron: en índice de plasticidad (IP) del suelo natural: 14.80 %, 12.45 % y 14.37 % en las calicatas C-1, C-2 y C-3, respectivamente; pero con una concentración de ámbar de ciprés al 8 %, se redujo a 11.05 %, 8.90 % y 11.08 %. Asimismo, para un CBR al 100 % se obtuvo 5.90 %, 6.70 % y 6.50 % en las calicatas C-1, C-2 y C-3, en el orden dado; y con una incorporación de 8 % de ámbar de ciprés, se tuvo 12.30 %, 13.20 % y 12 %. Estos valores permitieron concluir que la aplicación de 4 %, 6 %, 8 % y 10 % de ámbar de ciprés al suelo natural mejoraban las propiedades mecánicas y físicas de la subrasante; teniendo el mejor efecto la adición de 8% de la referida sustancia.

Palabra clave: Ámbar natural de ciprés, propiedades físicas y mecánicas, subrasante.

ABSTRACT

This research is named *Influence of natural cypress amber on the physical and mechanical properties of the subgrade in Saint Martin – Encirclement Avenue, Second Ring, Juliaca 2021*. Its main objective is to establish how, at a mechanical and physical level, and in different percentage dosages, the cypress amber interacts in the subgrade of the road section described. In this thesis, an inductive methodology was applied, which generates a new generalized knowledge from very particular facts or conclusions. To achieve the research objectives, granulometry, Atterberg limits, maximum dry density, moisture content and CBR (California Bearing Ratio) tests were carried out, as indicated by the ASTM standards. The results were: in the plasticity index (IP) of the natural soil: 14.80%, 12.45% and 14.37% in soil pits C-1, C-2 and C-3, respectively; but with an 8% cypress amber, it was reduced to 11.05%, 8.90% and 11.08%. Likewise, for a 100% CBR, 5.90%, 6.70% and 6.50% were obtained in soil pits C-1, C-2 and C-3, respectively; and with an incorporation of 8% cypress amber, 12.30%, 13.20% and 12% were obtained. These values allowed to conclude that the application of 4%, 6%, 8% and 10% of cypress amber to the natural soil improved the mechanical and physical properties of the subgrade, having the best effect the addition of 8% of the referred substance.

Keywords: Natural cypress amber, physical and mechanical properties, subgrade.

INTRODUCCIÓN

Las carreteras conectan las ciudades y cumplen un rol primordial en el desarrollo de las sociedades y de sus economías. No obstante su importancia, existen carreteras que carecen de buena infraestructura y por tanto tienen bajas condiciones de transitabilidad, lo cual afecta a las poblaciones que conecta. Ante esta problemática, los países realizan la construcción de carreteras o su permanente mantenimiento cuando estas se deterioran, con aplicación de nuevas técnicas naturales o artificiales. Estas mejoran la duración de las carreteras cuando se realiza una debida intervención en las subrasantes, que sirven de base a las vías pavimentadas.

En el Perú, según información del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), al 2020, había un 82.8 % de carreteras sin pavimentar. Esto, debido a que estaban sobre suelos cohesivos y expansibles sin capacidad de soportar cargas considerables o de baja resistencia ante el contacto con agua (1).

En el departamento de Puno, específicamente la ciudad de Juliaca, hay vías en muy mal estado por razones topográficas y climáticas, que las desgastan de manera prematura, siendo esta condición el principal motivo del desinterés para ejecutar proyectos viales. Ese es el principal motivo por el cual muchas avenidas en Juliaca no cuentan con pavimentación; o si la tienen, son defectuosas, con un pésimo sistema de drenaje que deteriora la superficie de los pavimentos al inundarse con agua en las épocas de lluvia; o por el polvo, en épocas de sequía, debido a que la zona presenta fuertes vientos, incomodando a la población en sus actividades diarias. Por estas razones, es necesario realizar obras de pavimentación sobre buenos suelos (subrasantes), que soporten el tránsito vehicular, los elementos y el clima variable.

La avenida San Martín no tiene pavimentación y presenta un pésimo afirmado.

Para su intervención, se propone la incorporación de ámbar de ciprés, con el fin de lograr mejores propiedades mecánicas y físicas de la subrasante, lo cual, a su vez, es la principal justificación técnica de esta investigación. A nivel social, esta investigación se justifica porque la vía se encuentra en estado deplorable y genera malestar a la población; y a nivel metodológico, porque aporta a la ingeniería civil una posible solución para mejorar las propiedades de una subrasante.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

En función de su desarrollo, las ciudades del mundo son muy distintas, sobre todo en cuanto a infraestructura vial. La necesidad de un transporte rápido y el incremento poblacional exige que las vías se mantengan en condiciones óptimas, lo cual, además, generan oportunidades de desarrollo y son válvula de escape a conflictos o problemas sociales (2).

En el Perú, el objeto de las vías de comunicación no son una excepción. Dentro de las ciudades, las vías reciben mucha atención, pues permiten un desarrollo urbano sostenible, el ordenamiento territorial, además de crecimiento económico, movilidad y cuidado del ecosistema (3).

En la Región Puno, la ciudad de Juliaca tiene vías que están en mal estado por falta de un adecuado mantenimiento y factores climatológicos, lo cual perjudica la transitabilidad de los ciudadanos, generándose la necesidad de plantear alternativas para mejorar dichas condiciones. No debe olvidarse que Juliaca es un punto de desarrollo económico en la región (4).

De manera específica, la Av. San Martín, ubicada en el distrito de Juliaca, tiene pésimas condiciones, pues, pese a ser de alto tránsito y conectar al terminal terrestre, se trata de una vía afirmada. Presenta baches, encalaminados y deformaciones, que fueron agravándose por las lluvias y heladas; y que obligaron, inclusive, a que los vecinos realizaran trabajos de reacondicionamiento con sus propios recursos. El estado

deplorable de la vía no solo expone la integridad física de quienes transitan en ella, así como en su salud, por el polvo producido en tiempo de sequía; sino que genera averías en los vehículos.

Por las consideraciones expuestas, esta investigación tiene como fin mejorar la vía con la adición del ámbar natural de ciprés, teniéndose en cuenta que dicho árbol, a partir de una edad considerada, segrega una resina o ámbar. Dicha sustancia tiene un aspecto sólido vítreo de pH=6.3, un índice ácido de 149 a 159.1 mg KOH/g, un punto de fusión de 67.5 a 94.3°C, un punto de inflamación equivalente a 259°C no inflamable. Asimismo, cuenta con una densidad relativa de 1.043 gr/cm³ a una temperatura de 20°C, una viscosidad de 363 CSP a 458 CSP cuando alcanza los 120°C, una solubilidad de 0.91 mg/L a 20°C, y un punto de gota de 71 a 80°C. Por último, posee propiedades plastificantes e insolubles con el agua, y antecedentes favorables para ser aplicados como aditivo natural en la mejora de la subrasante.

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general.

¿De qué manera el ámbar natural de ciprés influye sobre las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la Av. San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021?

1.1.2.2. Problemas específicos.

- ¿Cuáles son las características físico-mecánicas de la subrasante en la Av. San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021?
- ¿Cuál es la proporción óptima de ámbar natural de ciprés para reducir el índice de plasticidad de la subrasante en la Av. San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021?
- ¿Cuál es la proporción óptima de ámbar natural de ciprés para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en la Av. San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar la influencia del ámbar natural de ciprés sobre las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la Av. San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar las características físico-mecánicas de la subrasante en la Av. San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021.
- Determinar la proporción óptima de ámbar natural de ciprés para disminuir el índice de plasticidad de la subrasante en la Av. San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021.
- Determinar la proporción óptima de ámbar natural de ciprés para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en la Av. San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación técnica

Se justifica por existir la necesidad de una mejora para la Av. San Martín, planteándose que la incorporación de ámbar natural de ciprés incrementa la calidad en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante del pavimento ya afirmado. Este procedimiento se validará con la realización del ensayo Atterberg, Proctor modificado y CBR.

1.3.2. Justificación social

Se justifica porque la Av. San Martín se encuentra en estado deplorable y genera malestar a sus usuarios, por lo que se pretende intervenir dicha vía estabilizando la subrasante y con ello generar bienestar colectivo en la zona.

1.3.3. Justificación metodológica

Se justifica porque pretende aportar a la ingeniería civil, planteando una mejora al estado de una subrasante con la incorporación de ámbar natural de ciprés. Además, porque se aplicarán métodos y técnicas útiles y de referencia para posteriores investigaciones sobre el tema.

1.4. Hipótesis y descripción de variables

1.4.1. Hipótesis

1.4.1.1. Hipótesis de investigación.

La influencia del ámbar natural de ciprés mejorará las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la Av. San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021.

1.4.1.2. Hipótesis específicas.

1. Las características físico-mecánicas de la subrasante en la Av. San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021, son deficientes y caracterizan una subrasante pobre.
2. La proporción óptima de ámbar natural de ciprés disminuirá el índice de plasticidad de la subrasante en la Av. San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021.
3. La proporción óptima de ámbar natural de ciprés aumentará la capacidad de soporte de la subrasante en la Av. San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021.

1.4.2. Descripción de variables

Las variables son elementos que pueden ser sometidos a cualquier cambio y medidos mediante procedimientos o parámetros para su operacionalización (5).

1.4.2.1. Variable independiente.

- **Ámbar natural de ciprés:** Es capaz de realizar intercambio de iones en sus estados sólido y líquido, y viceversa; formando de esta manera un aditamento capaz de unir diversos tipos de compuestos (6).

1.4.2.2. Variable dependiente.

- **Propiedades físico-mecánicas de la subrasante:** Cuyas características se determinarán con un análisis de las propiedades físico-mecánicas del suelo. Dentro de las capacidades mecánicas se encuentra la resistencia del suelo, la cual será sometida a fuerzas externas. Dentro de las cualidades físicas se encuentra la textura y el tipo de suelo con las cuales se caracterizará el terreno (7).

1.4.4. Operacionalización de variables

Véase la Tabla 1.

Tabla 1. Tabla de operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición	Unidad de medida	Tipo de variable
Independiente: Ámbar natural de ciprés	Proporciones	El ámbar natural de ciprés es un compuesto altamente adherente, el cual repercute de acuerdo con su dosificación. En la presente investigación se propone incorporar el 4 %, 6 %, 8 % y 10 % para observar los cambios que pueden darse en la subrasante propuesta.	4 % 6 % 8 % 10 %	Razón	Kg	Cuantitativa
Dependiente: Propiedades físicas de la subrasante	Propiedades físicas	Dentro de las propiedades físicas se tienen en cuenta la granulometría, los límites de consistencia y el Proctor modificado.	Granulometría. Límites de consistencia. Densidad seca máxima. Contenido óptimo de humedad.	Razón	mm % g/cm ³ %	Cuantitativa
Dependiente: Propiedades mecánicas de la subrasante	Propiedades mecánicas	Para medir las propiedades mecánicas se toma en cuenta el ensayo de California Bearing Ratio (CBR).	CBR	Razón	%	Cuantitativa

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Internacionales

Se revisó el trabajo de licenciatura de Ramos et al. (8), *Estabilización de suelo mediante aditivos alternativos*, que tuvo como fin solucionar los diferentes problemas que se presentaban en obras de infraestructura vial en Colombia y establecer las propiedades físico-mecánicas de un suelo con subrasante, mediante el uso de aditivos alternativos como las cenizas de carbón; y convencionales, como la cal. Se trató de una investigación aplicada y experimental, cuya población estuvo constituida por suelos de Bogotá (Cundinamarca); y la muestra, calicatas. Los investigadores concluyeron que el ensayo de corte directo en la cal, en función de la compresión encofinada combinada fue mejor en S80 - C20. Con relación al aditivo de ceniza, la mejor combinación fue de S60 - CCM40. A partir de estas combinaciones se tuvo un mejor comportamiento de las muestras, al contrario del suelo base. La relevancia de esta investigación fue la mejora a nivel químico y físico de los materiales que conforman el suelo adicionando cal-cemento, optimizando las propiedades del suelo, en cuanto a trabajabilidad en la construcción de pavimento (8).

También se revisó la investigación de licenciatura de Pico (9), *Análisis comparativo de la estabilización de la subrasante de la vía entre las comunidades de Teligote y Masabachos de la parroquia Benítez Cantón San Pedro de Pelileo, con cal y cloruro de sodio para realizar el diseño de pavimentos de la misma*. Tuvo como objetivo diseñar la vía de las comunidades referidas de Ecuador, de la parroquia Benítez con su respectiva

estabilización; aplicándose una metodología de investigación aplicada y experimental. La población fueron los suelos de las comunidades de Teligote y Masabachos; y la muestra, las calicatas. Los estudios implicaron un levantamiento topográfico de la vía por etapas, y un análisis de tráfico para determinar el TPDA, dato que fue necesario para realizar el diseño de la vía; y a partir de las normas MOP e INEN. El investigador concluyó que fue óptima la estabilización con cal y cloruro de sodio a partir de información bibliográfica, técnica poco aplicada en Ecuador. La relevancia de esta investigación radica en los ensayos CBR aplicados para determinar las condiciones del suelo intervenido y mejorar la vía (9).

Asimismo, está la investigación de pregrado *Análisis comparativo de los procesos de estabilización de suelo con enzimas orgánicas y suelo - cemento, aplicado a suelos arcillosos de subrasante*, de Hidalgo (10). Tuvo como objeto replantear la estabilización de suelos en algunas localidades de Ecuador, que fueron afectados por factores climatológicos y de carga sobre las vías, utilizando enzimas orgánicas y cemento en suelos arcillosos de la subrasante. La metodología fue aplicada, experimental y cuantitativa. La población fueron los suelos de la ciudad de Puyo; y la muestra, dos calicatas ubicadas en dicha zona. Las técnicas e instrumentos para su elaboración fueron la revisión bibliográfica y los ensayos de laboratorio. El investigador halló que en la zona de La Merced había suelos CH determinados por la SUCS como arcillas de alta plasticidad. Asimismo, en el barrio El Chofer también se encontró suelos CH definidos como arcilla de alta plasticidad. Con la aplicación de límites de Atterberg, se pudo ver que la muestra M1 tenía valores de LL: 60.50 %, LP: 54.17 %, IP: 6.33 %; y la muestra M2, LL: 86 %, LP: 66.67 %, IP: 19.33 %. A su vez, el índice de plasticidad de la muestra M1 tuvo un descenso que generó un índice del 5.33 %; en tanto que la muestra M2, 15.63%. Con la aplicación de cemento, el IP de muestra M1 el IP varió hasta un 5.49 %; y en la muestra M2, 16.97 %. Con la aplicación de cemento al 10%, la muestra M1 tuvo un IP de 4.43 %; y la muestra M2, 14.52 %. La caracterización de capacidad de soporte tuvo valores de 3.81 % y 2.05 %, lo cual indicó la existencia de una subrasante pobre, pero con la aplicación de la enzima los valores se incrementaron a 9.20 % y 4.82 %. De otro lado, con la aplicación de cemento se obtuvo un CBR de 6.86 % y 5.37 %; y la aplicación de cemento al 10 %, valores sobre de CBR de 6.94 % y 7.65 %. Se concluyó que la aplicación de enzimas por sobre el suelo patrón mejoraba las propiedades de la capacidad de soporte, lo cual se reflejó en la reducción a un 16 % del índice de plasticidad; en tanto que la aplicación de cemento no generaba un cambio considerable. La relevancia de esta investigación radica en la comparación de

diferentes estabilizadores para modificar las propiedades físicas y mecánicas del terreno (10).

A su vez se analizó la tesis de maestría de Quilambaqui (11), *Evaluación del diseño vial urbano utilizando resinas orgánicas para aumentar la capacidad soportante de la estructura de la vía*, que tuvo por objetivo realizar el diseño de una vía con pavimento económico, con resina orgánica y material extraído de la cantera de los sectores de Bigsol, Cuchil y del río Santa Bárbara (Ecuador). El método fue de investigación aplicada; la muestra, el suelo inalterado obtenido mediante la elaboración de calicatas. Los datos fueron obtenidos por medio de fichas y pruebas de laboratorio, de muestras de subrasante de las vías afirmadas de las minas Amorgeo y Chiquita Loma. Los resultados mostraron que en la mina Amorgeo el material era de tipo GC, con IP de 22.83 % y un CBR de 8.5 %. En el caso de la mina Chiquita Loma, el material era de tipo GM con un IP de 8.8 % y un CRB de 14%; y en el río Santa Bárbara, un suelo tipo de NP y GM, con un CBR de 32 %. Asimismo, se observó que una proporción de terracil de 1.50 kg/m³ obtuvo un CBR de 57.50 % en la mina Amorgeo; un 75.50 % en la mina Chiquita Loma; y tras mezclar el material del río Santa Bárbara con aquel de la mina Amorgeo se obtuvo un CBR de 28 % en una proporción de 1:3; y con la mina Chiquita Loma, un CBR de 30 % en proporción de 1:3. La investigación concluyó que la mezcla del material extraído del río Santa Bárbara con el de las minas incrementó el CBR, lo cual generó una reducción en el costo en la base estructural del pavimento. La relevancia reside en la factibilidad de acceso a la resina de plátano, cultivo también muy extendido en el Perú, para ser aplicado en el suelo, y que beneficia la transitabilidad de vehículos y transeúntes (11).

Por último, a nivel internacional, se revisó el trabajo de Lozano et al. (12), *Análisis del mejoramiento de un suelo de subrasante con un aditivo orgánico*, que tuvo como fin mejorar la resistencia y reducir la plasticidad cuando sea aplicado el aditivo orgánico en una subrasante. Esto, debido a que por lo general se usan los agregados sin evaluar y mejorar; y, por otra parte, la aplicación de las normas de INVIAS, establecidas sobre todo para estabilizadores de mayor costo. En la investigación se aplicó el método experimental aplicado. La muestra estuvo constituida por material de la subrasante inalterada de zonas críticas de la vía analizada, y obtenido a través de calicatas. La información obtenida fue registrada en fichas, y se utilizaron equipos de ensayo particular para suelos en un laboratorio. Los resultados mostraron que el suelo analizado pertenecía al grupo de A-2-6 de AASHTO, y tenía un IP de 12 %. Asimismo, una muestra natural de suelo tuvo una densidad máxima de 1.686 gr/cm³; y en el suelo estabilizado, 1.802 gr/cm³. Por otro lado, un CBR en el suelo natural de 8.16 % a los 56

golpes; y un CBR en el suelo estabilizado de 8.79 %, también a los 56 golpes. La investigación concluyó que el CBR obtenido de una muestra inalterada en la penetración antes de dos inmersiones se promedió en 2.2; y luego de la inmersión se promedió 2.0 de CBR. En el caso del suelo estabilizado, se promedió 8.8 de CBR; indicando que existía un mejor resultado con respecto a la resistencia, lo cual se logró tras agregar un 7 % de aditivo. La relevancia de esta investigación radica en el uso de nuevos estabilizadores en los suelos para construir o restaurar vías secundarias y terciarias, de bajo costo (12).

2.1.2. Nacionales

Se revisó la investigación de Pareja (13), *Estabilización de subrasante con adición de ceniza de Schinus molle en la trocha carrozable Yanakillca, provincia de Antabamba, Apurímac-2022*. Tuvo como objetivo establecer la influencia de la adición de ceniza de *Schinus molle* en la estabilización de la subrasante de la referida vía, con aplicación de una metodología cuantitativa-experimental. La población fue la trocha carrozable Yanakillca, y la muestra un tramo entre el km 00+000 y el km 08 + 0000. El resultado de las pruebas de campo indicaron que con la adición de un 13 % de ceniza *Schinus molle* aplicando el criterio del *Manual de Carreteras*, mejoró la capacidad de carga del suelo. Mientras que con el CBR se obtuvo valores de 1.843 % a 22.4 %, 1.888 % a 22.5 % y de 1.739 % a 21.9 %; es decir, se mejoraron las propiedades de la subrasante diez veces más. El investigador concluyó que la aplicación de ceniza mejoró las propiedades mecánicas del suelo, su capacidad de carga y su CBR. La relevancia de esta investigación radica en el uso de nuevos materiales en la estabilización de suelos, de modo específico en una trocha de la provincia Antabamba, en Apurímac (13).

También está el trabajo de Lomparte y Sánchez (14), *Estabilización de la superficie de rodadura mediante el uso de polímero en emulsión vinilo acrílico en la carretera no pavimentada al Centro Poblado Tangay - Nuevo Chimbote - Santa*. El problema que motivó el estudio fue la propuesta de un nuevo aditamento en la estabilización de suelos, así como la existencia en el centro poblado de suelos con alta plasticidad. Por esas razones, la investigación tuvo como objetivo evaluar la aplicación de un polímero estabilizante en emulsiones sobre una vía sin pavimentar, además de comparar sus costos frente al uso de otras técnicas. La metodología empleada fue cuantitativo-experimental, con la cual se halló una capacidad de soporte saturada en la muestra M1 de 21.10 %; y en la muestra M2, 28.50 %. Asimismo, la muestra patrón no saturada presentó un valor en la muestra M1 de 33.50 % y 41.70 % en la muestra M2. Con aplicación de una dosificación del 0.4% y 0.6 % en las muestras M1 y M2, se obtuvo

capacidades de soporte de 66.90 % y 81.70 % y 98.60 % y 103.80 %, respectivamente. La investigación concluyó afirmando que la aplicación del 0.60 % de polímero fue la más viable para incrementar la capacidad de soporte, llegándose a valores del 103.80 %. La relevancia está en el uso de nuevos aditamentos en la estabilización de subrasantes con alta plasticidad, como fue el caso de Tangay (14).

A su vez, se analizó la tesis de Gómez (15), *Mejoramiento de la capacidad de resistencia del suelo utilizando colofonia de pino en la sub rasante del pavimento de la Calle 11 Abril en la ciudad de Izcuchaca, de la provincia de Anta, región Cusco*. El problema por resolver fue la estabilización de suelos en la jurisdicción referida, con empleo alternativo de nuevos aditamentos (material de préstamo). La investigación tuvo como objetivo establecer la capacidad de resistencia de los suelos con la adición de colofonia de pino en una subrasante de Izcuchaca. Con dicho fin, el investigador aplicó una metodología cuantitativo-experimental, causal-explicativa y causal-multivariada. Durante las pruebas, sin aplicación de colofonia de pino, se obtuvo un CBR de (100 % MDS) 0.1"; con adición de 15.7 % de préstamo, un CBR (100 % MDS) 0.1", de 56 %. El suelo natural tuvo un CBR de 15.7 %; con incorporación de colofonia de pino al 1 %, se llegó a 7.4 %; con adición de un 2 %, un CBR de 8.7 %; con 3 % de colofonia, un CBR de 9.3 %; y con incorporación de 4 % de colofonia de pino, un CBR de 10.2 %. Se concluyó que al inicio, el suelo natural tenía un 56 %, pero con la adición de colofonia de pino en un 1 %, el CBR se incrementó a 57.6 %; con incorporación 2 %, un CBR de 58.2 %; con un 3 % de colofonia, un BCR de 59.3 %; con un 4 %, un CBR de 60.8 %. Esta investigación es importante porque repercute en la infraestructura vial Izcuchaca con la propuesta de nuevos materiales para estabilizar suelos por pavimentarse (15).

También se analizó la tesis *Estabilización de la subrasante en vías no pavimentadas con resina de ciprés, trocha carrozable Tiquiña, Checacupe, Cusco 2021*, de Gutiérrez (16), realizada por la existencia de vías sin pavimentar y en abandono, así como la presencia de suelos inestables en la referida zona donde se realiza una intensa actividad comercial y turística, y por consiguiente impide el desarrollo económico de la población. Se trató de una investigación aplicada, con nivel explicativo y diseño experimental. El muestreo fue no probabilístico; y los instrumentos empleados fueron equipos de laboratorio, fichas de laboratorio y otras de registro de datos, que se manipularon según los protocolos de la norma ASTM. La muestra fue el tramo ubicado entre el km 1+350 y el 1+550 de la trocha carrozable Tiquiña - Checacupe. Los resultados mostraron que se logró una densidad máxima agregándose al suelo natural un 1.50 %, 3 % y 6 % de resina, de $1.949 \frac{gr}{cm^3}$, $1.953 \frac{gr}{cm^3}$, $1.967 \frac{gr}{cm^3}$ y $1.981 \frac{gr}{cm^3}$. En cuanto al CBR (100% MDS)1.0", agregado al suelo natural un 1.50 %, 3 % y 6 %, se

tuvo 5.40 %, 9.40 %, 15.10 % y 16.70 %. Se concluyó que con la adición de 6 % de resina de ciprés se tuvo una máxima densidad seca de $1.98 \frac{gr}{cm^3}$ y un humedad de 7.4 %. Asimismo, se tuvo un L_L de 38 %, un L_P de 21 %, dando un IP de 17 % y un CBR (100 % MDS) 0.1" de 16.70 %. Como en los anteriores casos, la importancia de esta investigación fue la propuesta de un nuevo aditamento natural en la estabilización de una subrasante para construir una vía que promueva el desarrollo económico de los pobladores de la zona (16).

Por último, se encontró la investigación de More e Ydrogo (17), *Estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Cacatachi - Chirapa, 2019*, realizada para solucionar la baja resistencia de los suelos de la referida zona ante cargas externas como las producidas por vehículos ligeros y pesados y ligeros, y el deterioro de la vía por ahuellamiento y exceso de lluvias. El método utilizado fue el aplicado y el diseño preexperimental. La muestra fue el suelo inalterado con la realización de calicatas a lo largo de 4 km de la vía en estudio; y los instrumentos de obtención de información, las fichas de registro de datos, el uso de laboratorio de suelos. Al principio de la investigación se clasificó el tipo de suelo con uso de diferentes tipos de mallas según lo estándares AASHTO y SUCS. A su vez, se obtuvo en la densidad seca un patrón + 1.25 % RP, luego un patrón + 2.50 % RP; y un patrón + 5 % RP; obteniéndose $1.96 \frac{gr}{cm^3}$, $1.98 \frac{gr}{cm^3}$, $2.06 \frac{gr}{cm^3}$ y $2.02 \frac{gr}{cm^3}$, respectivamente. Con respecto al CBR 2, se tuvo un patrón + 1.25 % RP, u patrón + 2.50 % RP y un patrón + 5 % RP, cuyos valores fueron 10 %, 11.50 %, 14 % y 13.60 %. Se concluyó que la resina obtenida de la variedad de plátano bellaco, oriundo de la selva peruana, puede reemplazar parcialmente el agua, como estabilizante del suelo. En suelos con características de arena arcillosa se logró un CBR de 11 %, con adición de resina de plátano al 5 %. La relevancia de esta investigación radica en la fácil disponibilidad de plátano bellaco, del cual se puede extraer resina en grandes cantidades, por la intensidad de su cultivo, siendo esto una alternativa de mejora de las propiedades físicas y mecánicas de subrasante de la zona intervenida (17).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Ámbar

Es un material natural y tiene su parecido a una gema. Es una sustancia orgánica hecha de resina de árbol, dura y fosilizada. Con los años, un árbol segrega un líquido que poco a poco va endureciéndose, formando 'polímeros amorfos'. Estos pueden ser masas

redondas, laminares, de espécimen discreto, de por lo general 10 cm de diámetro como máximo (18). Una muestra de esta sustancia se puede ver en la Figura 1



Figura 1. Ámbar natural de ciprés.

2.2.1.1. Características.

El ámbar presenta una variedad de colores, desde un amarillo, que es muy común, hasta un color café claro o anaranjado (véase la Figura 2). Las variaciones de colores rojos, blancos, azules y verdes ahumados u oscuros, van de acuerdo al tipo de árbol de las que se extrajo las resinas, y el efecto de algunos minerales y compuestos orgánicos que intervienen en su composición.



Figura 2. Ámbar natural del tronco del árbol.

La oxidación presente en las resinas producen índices de refracción IR de 1.54 a 1.6; y la transparencia depende de mayores y menores cantidades de burbujas microscópicas. También tienen fluorescencia y pueden flotar sobre el agua del mar, por

su menor valor de densidad que va de 1.03 a 1.10; y, según la escala de Mosh, de 2 a 3. Su punto de fundición es de 200°C a 380°C; pueden tener rayas blancas con un brillo resinoso, e isótopos, que responden a cristalizaciones amorfas de transparencia a esfumado; o fisuradas concoideas sin exfoliado (19).

2.2.1.2. Origen.

Los árboles tienen la capacidad de segregar una sabia resinosa que se encarga de sanar y proteger su corteza de peligros externos como enfermedades y ataques de animales herbívoros. Las resinas vegetales son formadas por restantes angiospermas, coníferas, burseráceas y fabáceas. El árbol perteneciente a la familia de araucarias y leguminosas han originado resinas fósiles de distintas especies, tal como se pueden encontrar en Europa, partiendo de resinas de *Pinus succinifera* (20) –véase la Figura 3–.



Figura 3. Origen de árboles de pinos, eucalipto y sauces.

2.2.2. Suelo

Es un estrato de espesores que son variables, derivados de rocas y materiales orgánicos. Forman materiales terrosos que no están consolidados en las interfaces atmosférica, la biosfera y la litosfera, donde existe una interacción de la hidrosfera y la atmósfera que son los elementos conformados por el agua, aire, viento, temperatura y otros. El aporte de la litosfera y biosfera son las rocas y sedimentos (21).

Un corte de suelo puede verse en la Figura 3.



Figura 4. Perfil del suelo.
Fuente: Duarte y Rojas (22), p. 32.

2.2.1.1. Granulometría del suelo.

Es un método aplicado en la selección de muestras según el tamaño de las partículas utilizando mallas, a las que también se conoce como tamices de distintos diámetros (23). La granulometría aplicada en esta investigación se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Granulometría del suelo granulares y finos

Escala a diferentes tamaños de los suelos	Partículas a diferentes tamaños (mm)	Subdivisiones de monograma de los suelos
Suelos demasiados gruesos	> 630	Grandes piedras
	630 - 200	Piedras
	200 - 63	Guijarros
Suelos moderadamente gruesos	63 - 2.0	Grava
	63 - 20	Grava gruesa
	20 - 6.3	Grava media
	6.3 - 2.0	Grava fina
	2.0 - 0.063	Arena
	2.0 - 0.63	Arena gruesa
	0.63 - 0.20	Arena media
	0.2 - 0.063	Arena fina
Suelos finos a diferentes porcentajes	0.063 - 0.002	Limos
	0.063 - 0.020	Limos gruesos
	0.020 - 0.0063	Limos medios
	0.00636 - 0.002	Limos finos
	< 0.002	Arcillas

Fuente: Sánchez (24).

Su objetivo es cuantificar las distribuciones mediante los tamices que están en orden de un mayor diámetro –que es el N° 200 y es equivalente a 0.074 mm– y con el que se podrá valorar el grado del material (25) [véase la Figura 5 y la Tabla 3].

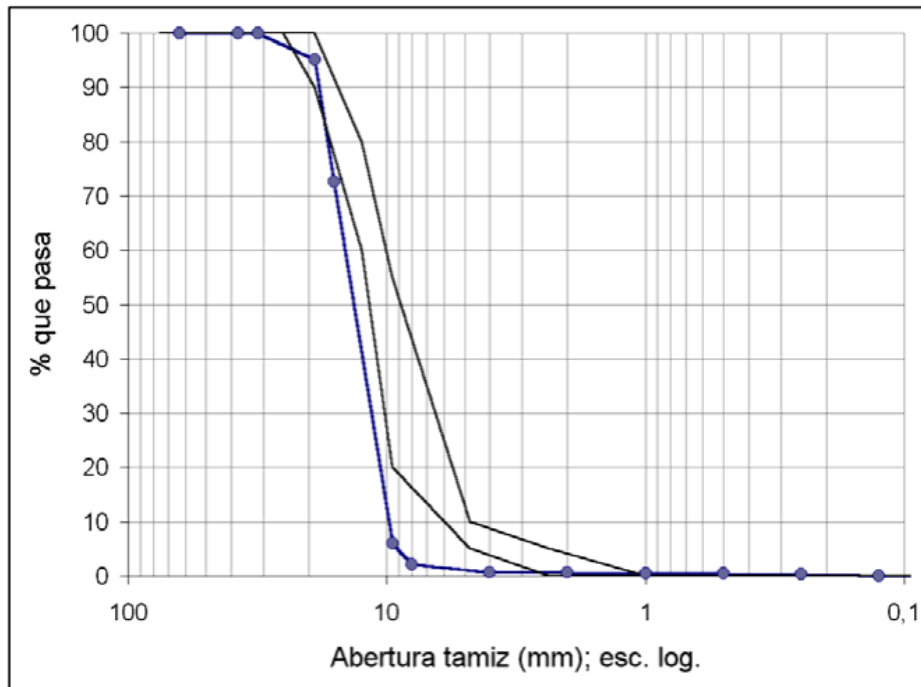


Figura 5. Curva granulométrica.
Fuente: Ortiz (26), p. 352.

Tabla 3. Clasificación según tamaño y suelos

Tipo de material	Grava	Arena			Material Fino	
		Arena fina	Arena media	Arena gruesa	Arcilla	Limo
Partículas de suelos a diferentes escalas	75 mm - 4.75 mm	0.43 mm - 0.08 mm	2.00 mm - 0.43 mm	4.75 mm - 2.00 mm	Menor a 0.005 mm	0.075 mm - 0.005 mm

2.2.1.1.1. Gravas.

Son aquellas partículas formadas a partir de la desintegración de rocas, producidos por muchos procesos de fractura y conducción de los ríos que han depositado los sedimentos que están conformados por gravas y arenas. Miden a partir de 2 mm de diámetro (27). Una muestra de grava se presenta en la Figura 6.

2.2.1.1.2. Arenas.

Son los materiales donde se encuentran en mayor cantidad los granos finos que provienen de la fragmentación de rocas o su descomposición. También se producen por un proceso artificial de demolición, y miden de 2 mm a 0.05 mm de diámetro. Las características principales son que no se pueden contraer al secado cuando están limpias, no presentan plasticidad y que al compacto se comprimen inmediatamente. Se encuentran junto con las gravas (29).



Figura 6. Partículas gravas de 2 mm
Fuente: Dene328 (28).

Una muestra de este material se presenta en la Figura 7.

2.2.1.1.3. *Limos.*

Son materiales más finos que la arena, presentan plasticidad no tan considerable y miden de 0.05 mm a 0.005 mm de diámetro. Pueden ser de dos tipos: orgánicos e inorgánicos; se encuentran en ríos y canteras, y una de sus características es que no llegan a resistir las cargas empleadas (30). Véase la Figura 8.



Figura 7. Granos finos de río o arena.
Fuente: Comercializadora Nuevo Porvenir (31).

2.2.1.1.4. *Arcillas.*

Son las partículas más finas que se encuentran y que, al emplear agua, se vuelven plásticas. Miden menos de 0.005 mm, y su composición química indica que son hidratos de silicato de magnesio, de hierro o de aluminio. Por sus átomos, pueden estar estructurados en formas cristalinas y laminares (33).



Figura 8. Granos finos o limo.
Fuente: Academic (32).

La forma de una partícula de arcilla se muestra en la Figura 9.

Existen dos tipos de arcilla: las de lámina silícica y de lámina alumínica. Las láminas silícicas están formadas por átomos de silicio rodeados por cuatro átomos de oxígeno conformando tetraedros laminares, tal como se muestra en la Figura 10.



Figura 9. Forma de las partículas de arcilla.
Fuente: Alvarado y Baquero (34), p. 4.

En el caso de las láminas alumínicas, están formadas por átomos de aluminio rodeados por seis átomos de oxígeno, a manera de octaedros, que se repiten de modo indefinido, tal como se muestra en la Figura 11 (22).

Según investigaciones de mineralogía, las arcillas se clasifican en cinco grupos, según su estructura (36), tal como se muestra en la Tabla 4.

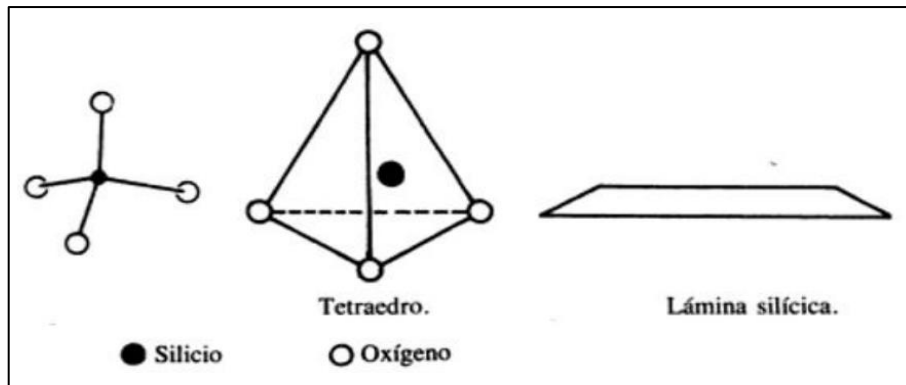


Figura 10. Lámina de tipo silfíca.
Fuente: Rivera (35), p. 33.

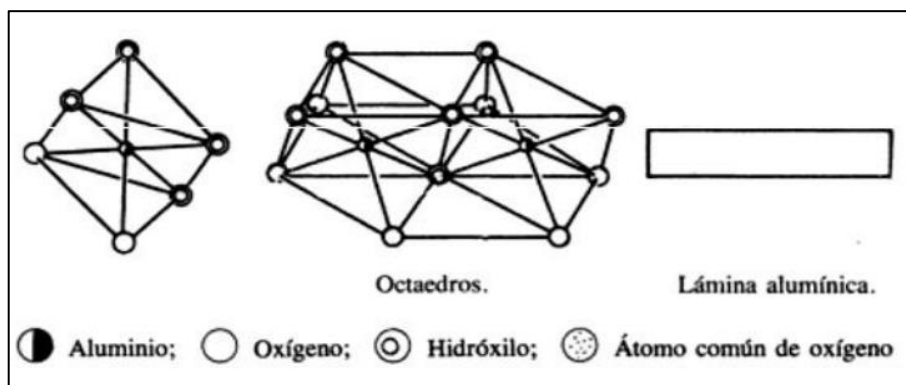


Figura 11. Lámina de tipo aluminíca.
Fuente: Rivera (35), p. 33.

2.2.2. Subrasante

Es la capa fundamental de terreno, que es parte de la vía. Tiene como función principal recibir las cargas estructurales de los pavimentos, la cual es extendida a profundidad para no perjudicar la carga de diseño que corresponde a la transpirabilidad prevista, y que puede corresponder al corte o relleno. La subrasante del pavimento depende de su diseño y la eficiencia con la que este se realiza, cumpliendo los parámetros establecidos de resistencia o capacidad de soporte, debiendo considerarse su susceptibilidad a la humedad (37).

Un corte de subrasante puede verse en la Figura 12.

Existen cinco categorías de subrasante, como se muestra en la Tabla 5.

La subrasante está compuesta por suelos homogéneos, isótropos y linealmente elásticos, bajo la propagación de olas. Se estima que el espacio influenciado se divide en tres partes: los suelos de subrasante natural (campo cercano), los depósitos de suelos restantes (campo lejano) y la subestructura de las vías de tránsito, que a su vez está compuesta por traviesas y lastre, y subestructuras compuestas por suelos

compactados (40). Estos, son factores muy importantes para diseñar con éxito los pavimentos, en el cual también influyen las condiciones ambientales y las propiedades físicas del suelo (41).

Tabla 4. Clasificación de arcillas según su origen

Arcillas	Materia residual	En estabilidad durante la formación	Productos de meteorización ordinaria	Piedras cristalinas	Caolín primario de arcilla residual impura.
				Piedras sedimentarias	Arcilla caolinítica de arcilla residual impura.
			Materia de meteorización ordinaria más acción química	Piedras cristalinas	Bauxita de material de aluminio.
				Piedras sedimentarias	Bauxita material de aluminio. Diásporo.
	Materia transportada	Corriente de lagos, mares entre ríos y pantanos son depositadas por la acción de sedimentación.	Movimiento de las aguas como arroyos, estuarios son depositadas.	Meteorización de rocas ordinarias	Lutita argiláceo. Limo argiláceo.
				Productos de meteorización ordinaria más intensa acción química adicional	Caolín sedimentario. Arcilla bola. Algunas bauxitas. Arcillas bituminosas. Diásporo.
				Productos de trituración algo meteorizados	Lutina silícea. Limo silíceo.
				Productos de abrasión más ligera meteorizados	Arcilla glacial o till
				Productos de abrasión más ligera meteorizados	Loess.

Fuente: Zea (36), p. 19.

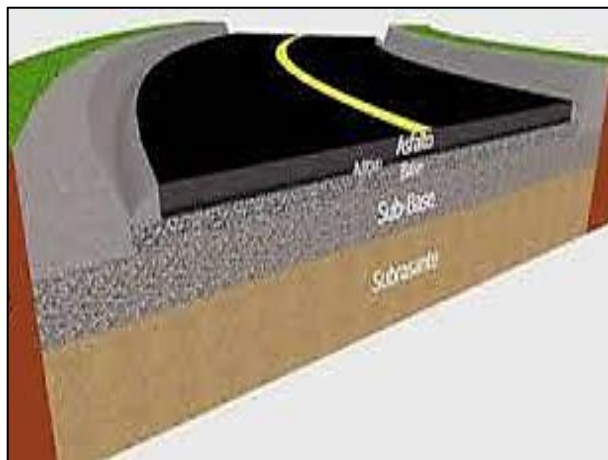


Figura 12. Capas de la subrasante.
Fuente: Aguirre y Prado (38), p. 21.

Tabla 5. Subrasante y sus diferentes categorías

Categorías	CBR
Categoría: Subrasante inadecuada (S0)	CBR < 3 %
Categoría: Subrasante insuficiente (S1)	CBR ≥ 3 % a CBR < 6 %
Categoría: Subrasante regular (S2)	CBR ≥ 6 % a CBR < 10 %
Categoría: Subrasante buena (S3)	CBR ≥ 10 % a CBR < 20 %
Categoría: Subrasante muy buena (S4)	CBR ≥ 20 % a CBR < 30 %
Categoría: Subrasante excelente (S5)	CBR ≥ 30 %

Fuente: MTC (39), p. 35.

Un esquema de cómo opera la transmisión de carga en la subrasante se muestra en la Figura 13.

Es importante destacar el análisis técnico de la mezcla del suelo en el estudio adicionando a la subrasante del afirmado, que está formada por arcilla caolinita. Se detallan los diferentes tipos de ensayos de laboratorio de mecánica de suelo realizados en la subrasante del afirmado, teniendo en cuenta lo normado por el Instituto Nacional de Vías, que supervisa los ensayos (43).

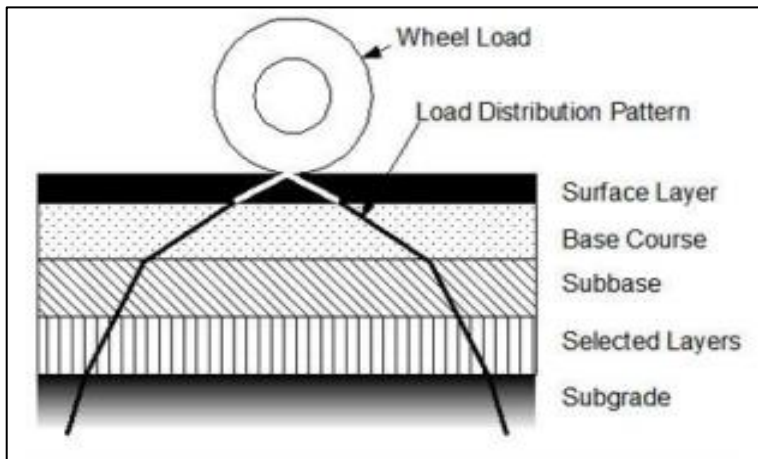


Figura 13. Transmisión de cargas.

Fuente: Ola y Goyal (42), p. 147.

2.2.3. Límites de consistencia

Orientados al efecto del agua en suelos menores en tamaño, y su cambio a estados sólidos, semisólidos, plásticos y líquidos o viscosos. Por ejemplo: con la incorporación de agua en la arcilla se obtiene una pasta; y si se aumenta la cantidad de líquido, se alcanza una consistencia más fluida, que se vuelve a descompactar cuando el agua se seca (44).

Los límites consistencia de Atterberg se presentan en la Figura 15.



Figura 14. Material escoria de acero.
Fuente: Ospina et al. (43), p. 188.

2.2.3.1. Límite líquido.

Se refiere a los suelos y a la humedad que contienen, que le otorgan las características de ser líquidos y plásticos. Para obtener el valor del límite líquido (L_L) y plástico (L_P) se utiliza un instrumento llamado 'casagrande'. En este instrumento se coloca un poco de suelo en una pequeña capsula, haciendo una especie de ranura que debe cerrarse dando 25 golpes en una superficie. De esa manera, el suelo llega al límite líquido por su contenido de agua haciendo que ambos bordes interiores se junten después de dar los golpes (45). Véase la Figura 16.

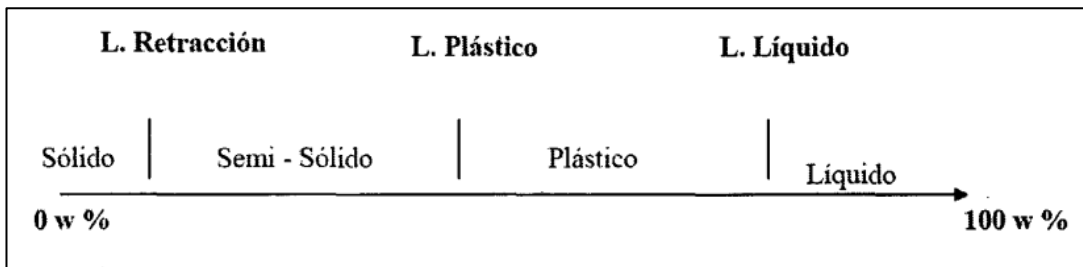


Figura 15. Límites de Atterberg.
Fuente: Ocón (44), p. 2.

2.2.3.2. Límite plástico.

Con el que se determina los estados plástico y semisólido de los suelos por efecto de la humedad. El límite de plasticidad se determina realizando ensayos haciendo rodar cilindros sobre una superficie plana de suelo con la mano, y si este se agrieta ese será su límite plástico (46).

Una imagen del equipo de medición de límite plástico se presenta en la Figura 17.



Figura 16. Cuchara de casagrande.
Fuente: Geotecnia Fácil (46).



Figura 17. Equipo de límite plástico.
Fuente: Junco y Tejeda (47), p. 801.

2.2.3.3. Índice de plasticidad.

Son parámetros que limitan la humedad. Cuando el suelo natural alcanza un consistencia plástica igual que el índice del líquido, llega a su límite líquido. El índice de plasticidad muestra la originalidad y lo útil que es el suelo y sus características (46).

La clasificación de los suelos según su índice de plasticidad se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Clasificación de suelos según índice de plasticidad

IP	Plasticidad	Característica
Índice de plasticidad > 20	Alta	Suelos muy arcillosos.
Índice de plasticidad ≤ 20	Media	Suelos arcillosos.
Índice de plasticidad > 7	Moderadamente baja	Suelos moderadamente arcillosos.
Índice de plasticidad < 7	Baja	Suelos poco arcillosos.
Índice de plasticidad = 0	No plástico (Np)	Suelos extensos de arcilla.

Nota. IP: Índice de plasticidad, Np: No plástico.
Fuente: MTC (39).

Para obtener el índice de plasticidad es necesario conocer el LL, el LP y los límites de Atterberg, con la siguiente ecuación:

$$LP = L_L - L_p$$

Donde:

LP: Índice de plasticidad

L_L : Límite líquido

L_p : Límite plasticidad

Un gráfico de plasticidad se muestra en la Figura 18.

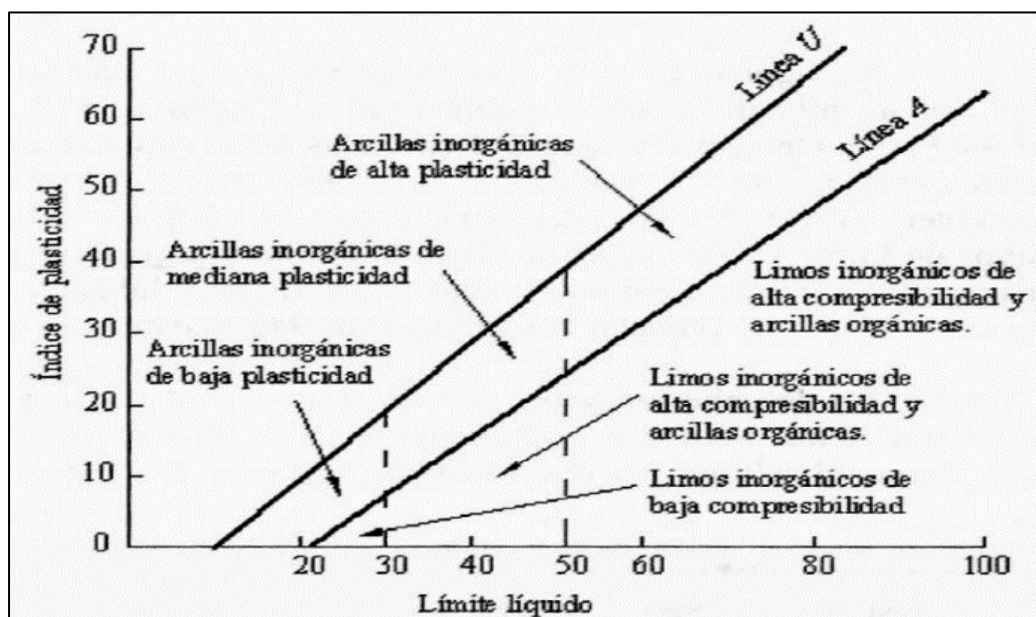


Figura 18. Gráfico de plasticidad.
Fuente: Alvarado y Baquero (34), p. 12.

2.2.4. Clasificación de suelos AASHTO

Estas clasificaciones se obtienen mediante la determinación del índice plástico y la granulometría de un material sometido a un estudio, estableciendo parámetros en siete grupos, desde el A-1 al A-7, como los mostrados en las tablas 7 y 8. En todos esos casos, la granulometrías seleccionadas pasan por los tamices N° 10, N° 40 y N° 200. El análisis de las fracciones del material se realiza con los límites de Atterberg cuando el pasante es el tamiz N° 40. En cuanto al material pasante del tamiz N° 200, se establecen dos grupos, que serán el patrón referente de suelos granulares. Estas, no deben superar el 35 % de la muestra pasante la malla N° 200; si la muestra que supera el 35 % del pasante del tamiz N° 200, se considera suelos limosos y arcillosos (48).

Tabla 7. Características de los grupos de suelos A-01 a A-03

Grupo de clasificación	A - 01		A - 02		A - 03	
Característica del grupo	Compuestas de fragmentos de piedras, grava, arena y material ligante poco plástico, las mezclas están bien graduadas. Se incluyen también en este grupo mezclas bien graduadas que no tienen material ligante.		Comprende gran variedad de material granular que contiene menos del 35% de material fino.		Arenas finas de playa y aquellas con poca cantidad de limo que no tengas plasticidad incluye las arenas de río que contienen poca grava y arena gruesa.	
Subgrupo de clasificación	A - 01 - a	A - 01 - b	A - 02-04 y A-02-05		A-02-06 y A-02-07	
Característica del grupo	Comprende materiales formados predominantemente por piedra o grava con o sin material ligante bien graduado.	Incluye materiales formados predominantemente por arena gruesa bien gradada, con o sin ligante.	Suelos cuyo contenido de material fino es $\leq 35\%$ y cuya fracción que pasa el tamiz N°40 tiene las mismas características de los suelos A-04 y A-05 respectivamente. Incluyen suelos gravosos y arenosos (arena gruesa) que tengan un contenido de limo o índices de grupo en exceso a los indicados por el grupo A-01, así mismo incluyen arenas finas con un contenido de limo no plástico en exceso al indicado para el grupo A-03.		Los materiales de estos subgrupos son semejantes a los del subgrupo A-02-4 y A2-05, pero la fracción que pasa el tamiz N°40 tiene las mismas características de los suelos A-06 y A-07, respectivamente.	
Análisis de tamices (% que pasa)						
N° 10	50 máx.					
N° 40	30 máx.	50 máx.				51 min.
N° 200	15 máx.	25 máx.	35 máx.		35 máx.	10 máx.
Característica de la fracción que pasa N° 40			A-02-04	A-02-05	A-02-06	A-02-07
Limite líquido			40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min
Índice de plasticidad	6 máx.		10 máx.	10 máx.	11 min.	11 min
Valoración general	Excelente a bueno					

Fuente: Chalco et al. (23), p. 30.

Tabla 8. Características de los grupos de suelos A-4 a A-7

Grupo de clasificación	A-4	A-5	A-6	A-7, A-7-5 y A-7-6
Característica del grupo	Suelos limosos poco o nada plásticos, que tienen un 75 % o más del material fino que pasa el tamiz N° 200, además se incluyen en este grupo las mezclas de limo con grava y arena hasta en un 6.4 %.	Los suelos de este grupo son semejantes a los del grupo A-04, pero contienen material micáceo o diatomáceo, son elásticos y tienen límite líquido elevado.	Conformados principalmente por arcilla plástica, por lo menos el 75 % de estos suelos debe pasar el tamiz N° 200, pero se incluyen también las mezclas arcillo arenosas cuyo porcentaje de arena y grava sea inferior al 64 %. Estos materiales presentan generalmente, grandes cambios de volumen entre los estados secos y húmedo.	Para los suelos del grupo A-7 se tiene que son semejantes a los suelos del grupo A-6, pero son elásticos, sus límites líquidos son elevados. El grupo A-7-5 incluye aquellos materiales cuyos índices de plasticidad no son muy altos con respecto a sus límites líquidos. El subgrupo A-7-6 comprende los suelos cuyos índices de plasticidad son muy elevados con respecto a sus límites líquidos y que además experimentan variaciones volumétricas altas.
Análisis de tamices (% que pasa)				
N° 200	36 min	36 min	36 min	
Característica de la fracción que pasa N° 40				
Límite líquido	40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.
Índice de plasticidad	10 máx.	10 máx.	11 min.	11 min.
Valoración general	Regular a malo			
Notas	El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 \leq a LI – 30.			
	El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 $>$ LI – 30.			

Fuente: Chalco et al. (23), p. 31.

La simbología de la clasificación AASHTO puede verse en la Figura 19.

2.2.5. Clasificación de suelos SUCS

Se utiliza en trabajos geotécnicos y es uno de los sistemas unificados para la clasificación de suelos propuesto en 1942 por Casagrande y adoptada diversas agencias gubernamentales de los Estados Unidos a partir de 1952 (49). Los símbolos de este sistema se muestran en la Figura 20.

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A-1-a		A-5
	A-1-b		A-6
	A-3		A-7-5
	A-2-4		A-7-6
	A-2-5		Materia Orgánica
	A-2-6		Roca Sana
	A-2-7		Roca Desintegrada
	A-4		

Figura 19. Simbología de la clasificación AASHTO.
Fuente: MTC (39).

	Grava bien graduada, mezcla de grava con poco o nada de materia fino, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico
	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa		
	Arcilla orgánica de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico		
	Turba, suelo considerablemente orgánico		

Figura 20. Simbología de la clasificación SUCS.
Fuente: MTC (39).

2.2.6. Compactación de suelos

La compactación es el procedimiento realizado por medios mecánicos, mediante el cual se empuja el suelo para que sus partículas se unan más unas con otras, reduciendo los espacios vacíos, más o menos de rápido, con la expulsión del aire. De esa manera, se reduce el volumen del suelo en forma considerable, ya que, por lo general, al realizar el proceso de compactado, no se logra expulsar en su totalidad el agua que se encuentra atrapada en los espacios vacíos del suelo, sino solo el aire de los poros. Debido a ello es que se tiene una condición de suelo compactado parcialmente saturado (50).

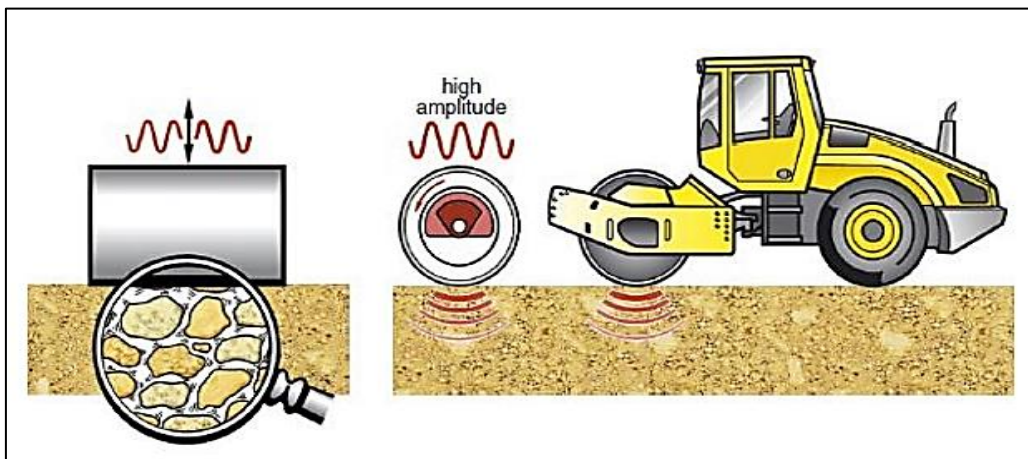


Figura 21. Compactación de suelos por energía vibratoria.
Fuente: Romero y Bohórquez (52), p. 5.

2.2.7. Proctor modificado

De acuerdo con la norma ASTM 1557, los ensayos con el Proctor estándar son de mayor presión debido a que el pistón usado es de 10 lb; a diferencia del Proctor modificado, que se realiza en un molde para determinar la humedad y la densidad de una muestra. Por ello, se usará esta última para los ensayos de análisis granulométrico (53). Véase la Figura 22.

2.2.7.1. Humedad óptima.

Tiene como fin la obtención del valor porcentual de humedad en relación con el peso del agua y el material sólido, y que define con la siguiente fórmula (55).

$$w = P_w/P_s$$



Figura 22. Elementos del sistema de compactación Proctor.
Fuente: Cordero (54), p. 188.

En donde:

w: Humedad óptima

P_w: Peso agua

P_s: Peso de masa o sólidos

2.2.7.2. Peso específico.

El volumen unitario “ γ ” se obtienen de la división entre el peso del suelo y el peso específico de la muestra:

$$\gamma = P_s/V$$

En donde:

γ : Densidad o peso específico de la muestra

W: Peso suelo

V: Volumen unitario

2.2.8. California Bearing Ratio (CBR)

Es un parámetro muy usado en países tropicales para dimensionar el pavimento flexible. Para obtener un espesor del pavimento es importante cuantificar la capacidad de carga de la subrasante del suelo. La dimensión gruesa de un pavimento indica un CBR bajo o viceversa. Para calcular la resistencia del suelo (CBR), debe realizarse la compactación y representación del suelo con un porcentaje de máxima densidad seca

y de humedad óptima. Tras ello y de sumergir en agua por cuatro días la masa compactada y cortada, se obtiene el CBR (56).

La prueba CBR se muestra en la Figura 23.



Figura 23. California Bearing Ratio (CBR).
Fuente: Jaritngam et al. (57).

La CBR en una prueba completa y de realización común en el diseño de pavimentos, con la cual se evalúa la rigidez y resistencia de muestras de subrasante, con el fin de calcular el espesor ideal de cada capa de pavimento (véase la Figura 24). En la construcción de carreteras, el valor del CBR siempre es difícil de determinar para los ingenieros civiles, ya que no solo tiene una variación según las propiedades del suelo, sino también por su tipología. El CBR es una medida indirecta representada por la comparación de la resistencia de la muestra de la base, subbase y la subrasante, con la resistencia de rocas trituradas estándar, expresados en valores porcentuales (58).

2.2.9. Carreteras

Forman parte del sistema vial terrestre de intercomunicación urbana, que permiten el transporte fluido de bienes y personas (véase la Figura 25). Para este caso, a diferencia del pavimento hidráulico, es preferible construir pavimentos flexibles, porque pueden fortalecerse y mejorarse por etapas, según el incremento de tráfico. Además, los costos de construcción y mantenimiento son menores (59).

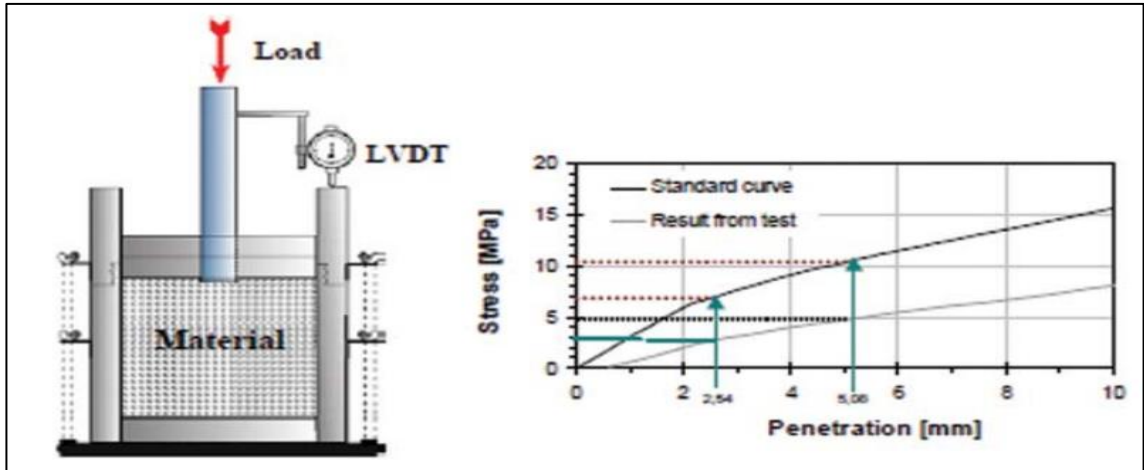


Figura 24. Equipo de CBR.
Fuente: Mohod et al. (60), p. 103.



Figura 25. Enlace entre dos ciudades.
Fuente: CEPAL (61), p. 18.

2.2.10. Caminos no pavimentados

Son vías que se deterioran con más facilidad y en menor tiempo, a diferencia de aquellas pavimentadas. Esto se debe uso de material fino y grueso que, expuesto a la intemperie y a la humedad, es destruido por el tránsito vehicular, produciéndose baches y ondulaciones que generan inseguridad y la durabilidad de la vía (62).

Un ejemplo de vía no pavimentada se presenta en la Figura 26.



Figura 26. Camino no pavimentado.
Fuente: Brakel Construction Products (63), p. 2.

2.2.11. Estabilización de suelo

Son tareas de mejora de las propiedades físico-mecánicas del suelo para crear una vía que posea los parámetros deseados en ingeniería. Un suelo es estabilizado para aumentar su resistencia al corte, su capacidad de soporte, su permeabilidad y durabilidad, y por consiguiente resistir el proceso de intemperismo y el tráfico, entre otros fines (64).

Un ejemplo de estabilización de suelo en vía carrozable se muestra en la Figura 27.



Figura 27. Estabilización de suelo en trocha carrozable.
Fuente: National Lime Association [LIME] (65).

2.2.11.1. *Estabilización química.*

Esta estabilización se emplea aplicando sustancias químicas para mejorar las propiedades de los pavimentos, disminuir su plasticidad e incrementar su resistencia ante cargas externas o fenómenos internos o ambientales (véase la Figura 28), que afectan la capa de subrasante de la vía (66).



Figura 28. Estabilización química.
Fuente: CALCINOR (67), p. 19.

2.2.11.2. *Estabilización mecánica.*

Se realiza con un rodillo para compactar el suelo y reducir los espacios vacíos del suelo (véase la Figura 29). Su realización mejora considerablemente el soporte al corte y mejora la resistencia de la capacidad de carga (68).

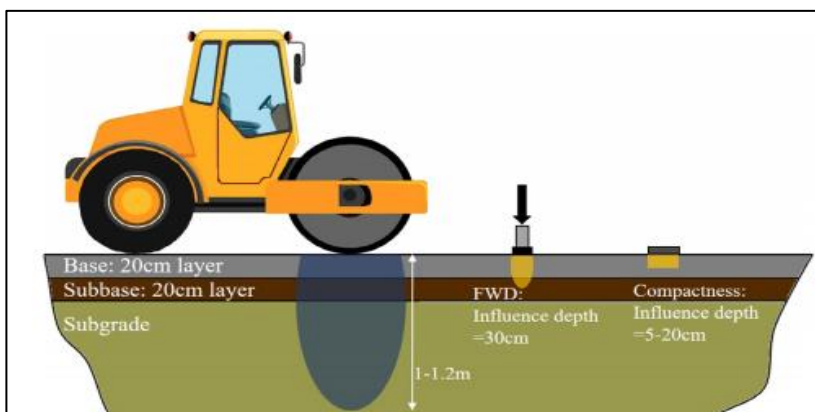


Figura 29. Estabilización mecánica.
Fuente: Albiz (69), p. 321.

2.2.12. Resinas

Se dividen en resina natural y sintética. Entre las naturales, las más conocidas son la colofonia y el copal, que son compuestos fenólicos primarios y terpenoides, como la goma de resinas, los polisacáridos, los bálsamos y las glucorresinas, entre otras (68).

Una muestra de lo anterior se presenta en la Figura 30.

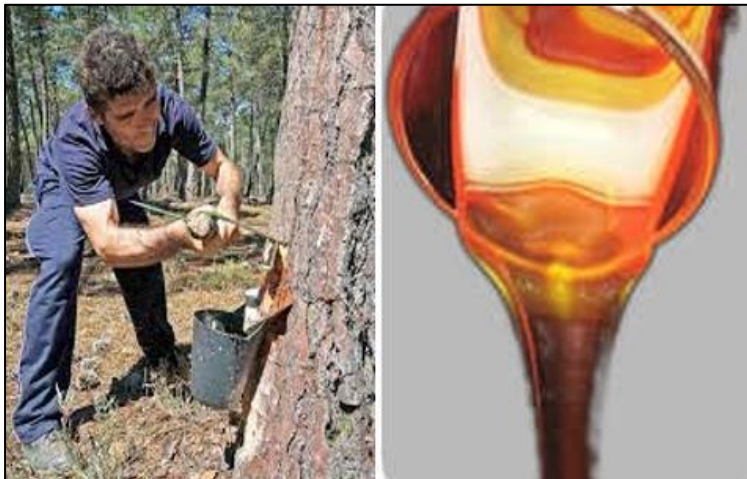


Figura 30. Resina natural y resina sintética.
Fuente: Allbiz (69).

Las resinas también se clasifican en resinas suaves y resinas duras. Las duras se caracterizan por su solubilidad ante el alcohol; y relativa cuando ocurre una fusión muy alta. También existen resinas solubles al agua y al aceite. Por su parte, las resinas suaves tienen un alto contenido en aceites.

En la Tabla 9 se presente un resumen de las características de las principales resinas.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Arcillas

Son materiales con capacidad de expandirse y comprimirse dependiendo de la cantidad de agua que son mezclados (véase la Figura 31). Se les puede encontrar en la superficie terrestre y en algunas ocasiones forman masas fácilmente moldeables.

2.3.2. Capacidad de soporte

Es un parámetro muy usado e importante en suelos; en especial en la subrasante, que soporta los pavimentos. Sirve para determinar la flexibilidad y rigidez de un pavimento (véase la Figura 32).

Tabla 9. Características de algunas resinas

Nombre común	Nombre científico	Familia botánica	Tipo de sustancia	Densidad	Distribución
Aceite de mirra	<i>Commiphora sp.</i>	<i>Burseraceae</i>	Gomo-resina	0.985-1.045	Países árabes y Somalia
Franrincense	<i>Boswellia carterii</i>	<i>Burseraceae</i>	Aceite	0.875-0.894	India
Aceite de elemí	<i>Protium, Paraprotium, Dacryoides y Tetragastris</i>	<i>Burseraceae</i>	Oleo-resina	0.870-0.915	Sudamérica
Aceite de lináloe	<i>Bursera aloexylon</i>	<i>Burseraceae</i>	Aceite	0.875-0.898	México
Copal	<i>Bursera cuneata, B. palmeri, B. penicillata, B. simaruba, B. bipinnata. Protium copal</i>	<i>Burseraceae</i>	Resina	1.045-1.139	México y Centroamérica
Colofonia	<i>Pinus spp</i>	<i>Pinaceae</i>	Resina	1.070-1.080	Cosmopolita
Asfetida	<i>Ferula assafoetida</i>	<i>Apiaceae</i>	Gomo-resina	0.910-0.930	Irán y Afganistán
Copaiba	<i>Copaifera officinalis</i>	<i>Leguminoseae (fabaceae)</i>	Oleo-resina		Sudamérica
Trementina	<i>Pinus spp.</i>	<i>Pinaceae</i>	Oleo-resina	0.90	Cosmopolita
Estorranque	<i>Liquidambar styraciflua</i>	<i>Hamamelidaceae</i>	Bálsamo		Vertiente del Golfo, México
Bálsamo de Perú	<i>Myroxylon balsamum</i>	<i>Leguminoseae (fabaceae)</i>	Bálsamo	1.135-1.170	Vertiente del Golfo y del Pacífico, México
Jalapa	<i>Ipomoea jalapa</i>	<i>Convolvaceae</i>	Gluc-resina		Veracruz y México
Podofilo	<i>Podophyllum peltatum</i>	<i>Berberidaceae</i>	Gluc-resina		E.U.A. y Canadá
Mastic	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Resina		Grecia, España

Fuente: Quiroz y Magaña (68), p. 173.



Figura 31. Arcillas expansivas.
Fuente: Boixader (70).

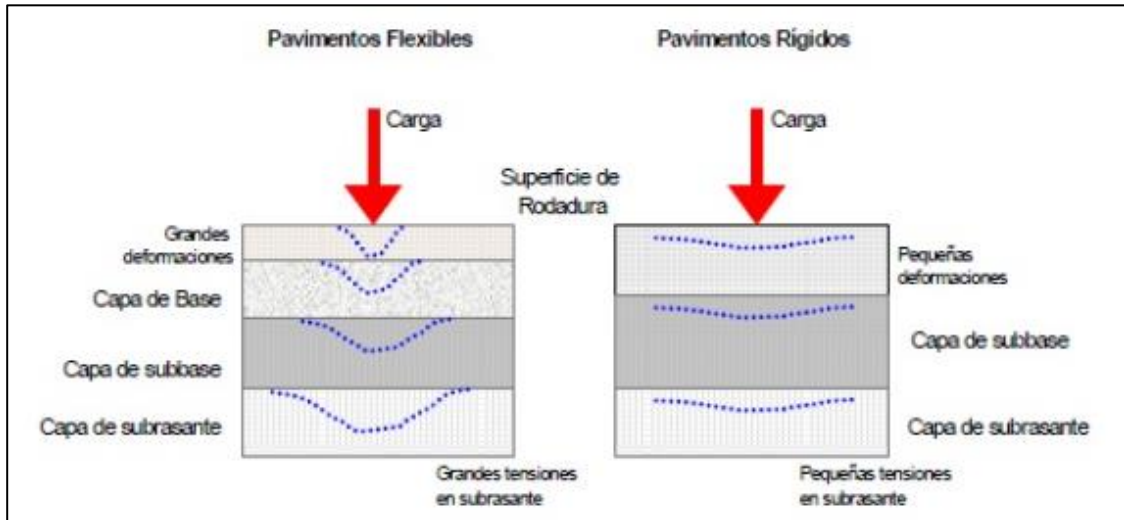


Figura 32. Capacidad de soporte de pavimento flexible y rígido.
Fuente: Pavimentos (71).

2.3.3. Granulometría

La granulometría es la medición de granos de gravas, arena, limo y arcillas, que pueden ser gruesos, medios y finos; y con la cual, al final, se obtiene una curva granulométrica (véase la Figura 33).

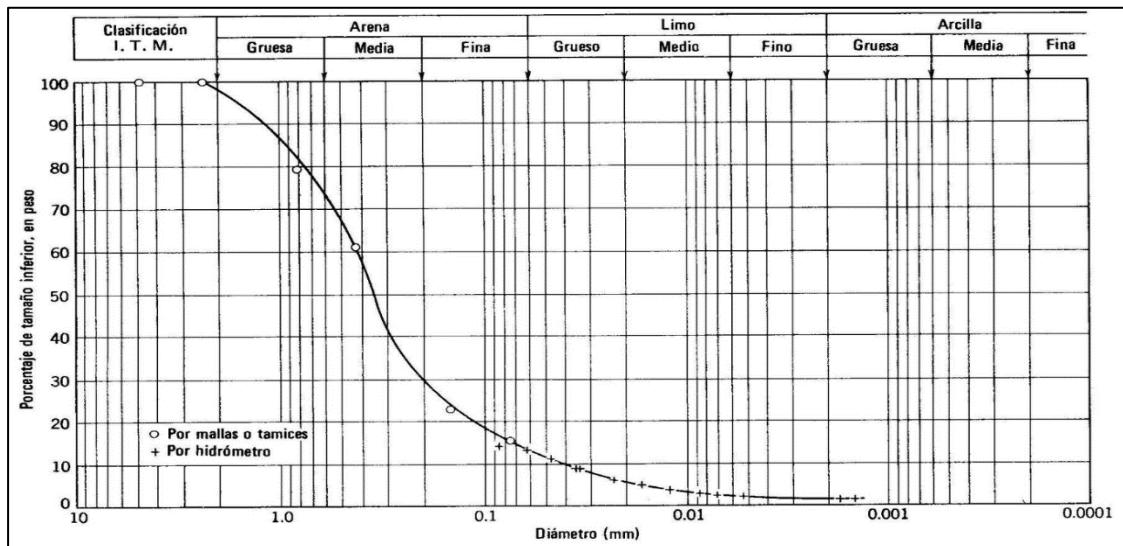


Figura 33. Granulometría de los diferentes tamaños de materiales de suelos.
Fuente: Granulometría (72).

2.3.4. Límites de consistencia

También conocido como límites de Atterberg. Se utilizan para la caracterización de volumen y humedad de los suelos con respecto a su consistencia plástica, sólida y semisólida, y líquida (véase la Figura 34).

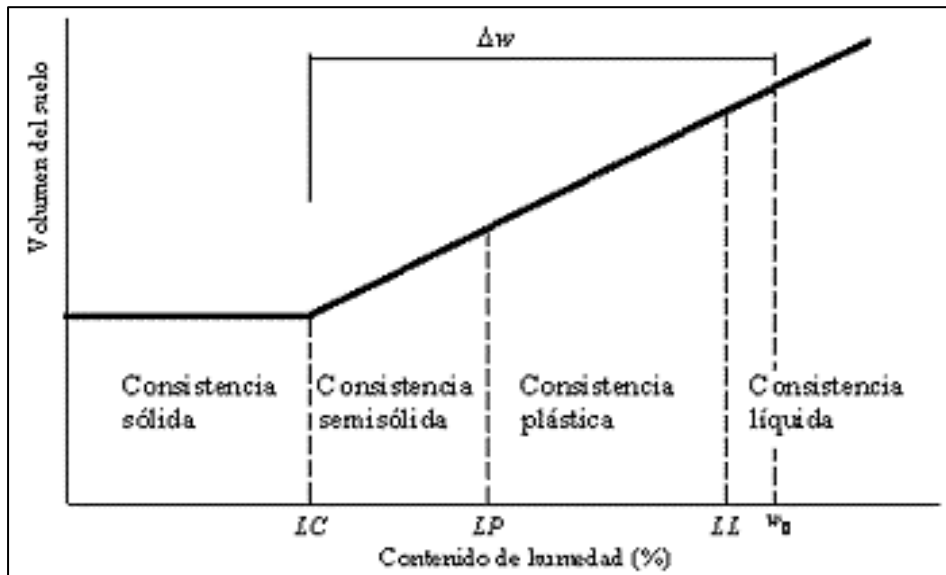


Figura 34. Gráfico de límites de consistencia
Fuente: Diccionario de Geotecnia (73).

2.3.5. Proctor modificado

Sirve para calcular la densidad máxima seca y la humedad óptima del suelo. Se grafica con una curva de máxima densidad seca (véase la Figura 35).

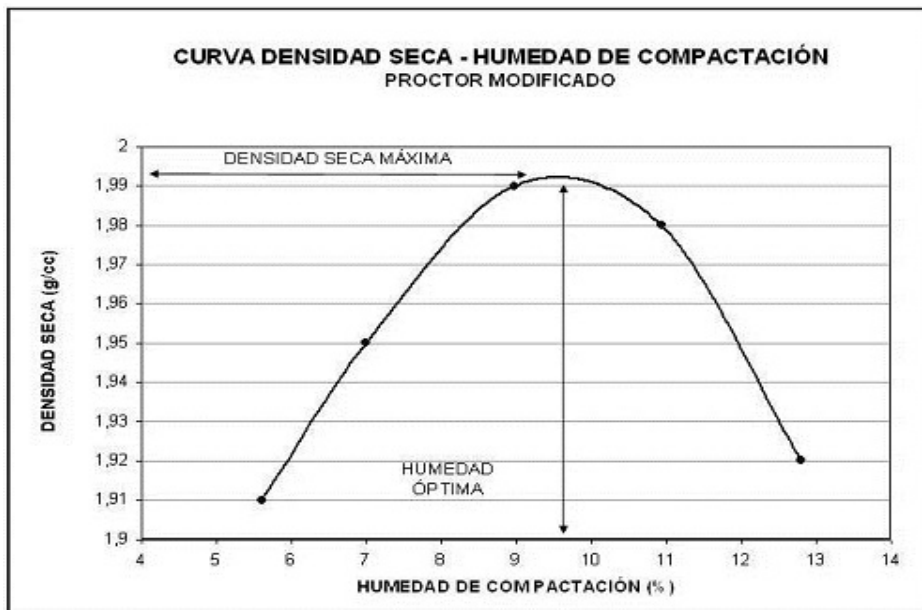


Figura 35. Humedad de compactación – curva densidad seca.
Fuente: Aranguren (74).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Metodología y alcance de la investigación

3.1.1. Enfoque de la investigación

La presente tesis se emplea un enfoque cuantitativo, debido a que se sistematizan los datos más representativos del ámbito de ciprés y de la subrasante de la vía en estudio (75).

3.1.2. Método de la investigación

En la tesis se aplica el método inductivo, ya que los resultados de los ensayos realizados permitirán lograr conclusiones según objetivos planteados en esta investigación (76).

3.1.3. Tipo de investigación

Es la contrastación del problema de investigación con la realidad, y la generación de nuevos conocimientos (76).

Esta investigación es de tipo aplicada; es decir, se realiza con un fin práctico, aplicativo o pragmático en la manipulación de las variables para conocer la realidad o un fenómeno, con el fin de mejorar las condiciones y bienestar del hombre.

3.1.4. Nivel de la investigación

Es el estudio explicativo que abarca un análisis profundo del estado actual de las características más importantes del fenómeno investigado, siendo importante conocer antes el diseño e identificar el enfoque de la investigación. En el presente caso, se busca determinar los efectos de la adición el ámbar natural de ciprés en la subrasante. (77).

3.2. Diseño de la investigación

El diseño se realiza de acuerdo con los objetivos del estudio y los datos obtenidos, y cuyos parámetros caracterizan los fenómenos de la realidad analizada. Por ello, esta investigación es experimental, ya que los ensayos de mecánica de suelos sustentan arrojaron resultados que pueden ser interpretados y comparados para estabilizar el suelo intervenido (77).

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población está compuesta por la Av. San Martín - Óvalo Segundo Anillo de la ciudad de Juliaca (78).

3.3.2. Muestra

En este trabajo, es la muestra Av. San Martín, en la intersección de las avenidas Perú y Circunvalación 2 (Segundo Anillo).

Siguiendo lo dispuesto por el *Manual de Carreteras* del MTC (39), la muestra está conformada por dos calicatas del tramo referido (1.7 km), considerándose una calicata más con fines de investigación y para obtener resultados más confiables y fiables. De las calicatas se extrajeron las muestras representativas para sus análisis en laboratorios, siendo el índice medio diario anual (IMDA) de 127, que es menor a ≤ 200 veh/día. Por tal razón, se reconoce al tramo estudiado como una vía de bajo volumen de tránsito.

3.3.3. Tipo de muestreo

Para esta tesis se realizó un muestro no probabilístico definido por el investigador, para evaluarse los tramos más críticos de la Av. San Martín - Óvalo Segundo Anillo de la ciudad de Juliaca.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

Son un conjunto de procedimientos o reglas que permiten relacionar el objeto de la investigación. En este trabajo se usó un método de observación directa, cuyos datos de reconocimiento fueron analizados en laboratorio para, así, verificar su seguridad y eficacia.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Se emplearon fichas donde se registraron los datos de cada uno de los ensayos que luego fueron manipulados según el protocolo, y estandarizados con las normas peruanas y ASTM (79, 80, 81, 82).

Las fichas de registro de datos se muestran en las figuras 36, 37, 38, 39 y 40.

3.4.3. Validez de los instrumentos de investigación

Las fichas utilizadas fueron autorizadas por la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM).

3.4.4. Procedimientos de recolección de datos

3.4.4.1. Ubicación de la zona del proyecto.

La presente investigación se realizó en el distrito de Juliaca, provincia San Román, departamento de Puno (véase las figuras 41 y 42).

3.4.4.2. Obtención del ámbar de ciprés.

Se hizo un reconocimiento de cada uno de los árboles de ciprés existentes en la zona intervenida –Urb. La Rinconada y otras zonas de Juliaca– para poder extraer una cantidad considerable de resina e incorporarla a la muestra patrón. Se tuvo las siguientes consideraciones para la extracción del ámbar de ciprés:

- a. Identificación de árboles en mal estado; y extracción del ámbar de resina natural de aquellos ejemplares buenos (véase la Figura 43).
- b. Para la extracción se usó una paleta metálica y se conservó en bolsas herméticas (véase la Figura 44).
- c. Se seleccionó el ámbar de ciprés en diferentes porcentajes para la estabilización de la subrasante (véase la Figura 45).

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)
ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO :
SOLICITANTE :
UBICACIÓN :
CALICATA :
PROFUNDIDAD :
FECHA :

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. % Para En Para	TAMAÑO MÁXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						P.L.-
2 1/2"	63.500						P.L.-
2"	50.800						P.P.-
1 1/2"	38.100						% W -
1"	25.400						LIMITES DE CONSISTENCIA: L.L.-
3/4"	19.050						L.P.-
1/2"	12.700						I.P.-
3/8"	9.525						CARACT. GRANULOMÉTRICA: D10- ---- C _u - ----
1/4"	6.350						D30- ---- C _c - ----
No 4	4.760						D60- ----
No 8	2.380						CLASIFICACION:
No 10	2.000						SUSCS
No 16	1.190						AASHTC
No 20	0.840						OBSERVACIONES:
No 30	0.590						
No 40	0.420						
No 50	0.300						
No 60	0.250						
No 80	0.180						
No 100	0.149						
No 200	0.074						
BASE							
TOTAL							
% PERDIDA							

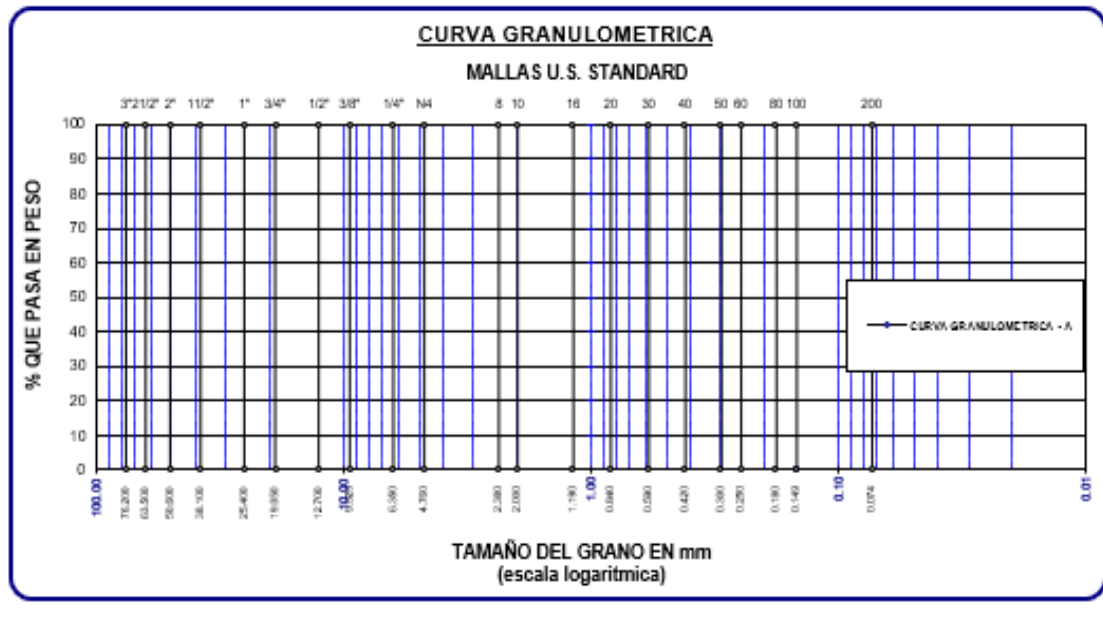


Figura 36. Ficha de análisis granulométrico por tamizado.

Una vez obtenido el ámbra de ciprés se verificaron sus propiedades fisicoquímicas, con el fin de entender su influencia en la subrasante. Lo hallado se muestra en la Tabla 10.

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN
MTC E 132-2000

PROYECTO	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-S
SOLICITANTE	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc)
MUESTRA	HUMEDAD OPTIMA (%)
TRAMO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)
UBICACIÓN	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)
FECHA	CLASIFICACIÓN :
	AASHTO :
	EMBEBIDO : 4 días

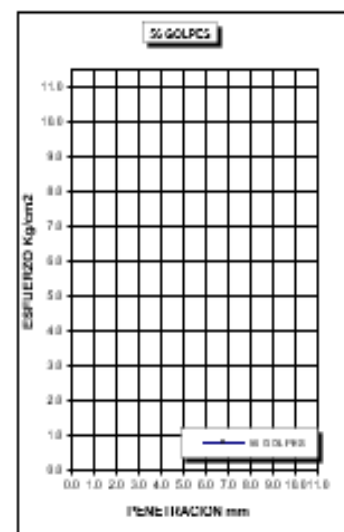
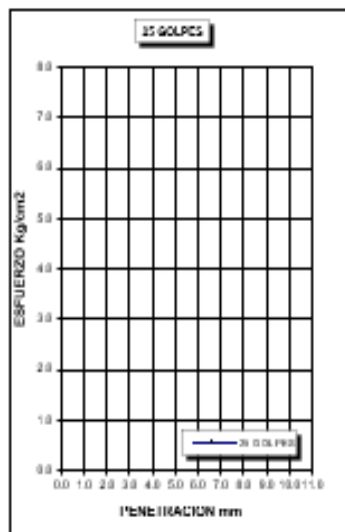
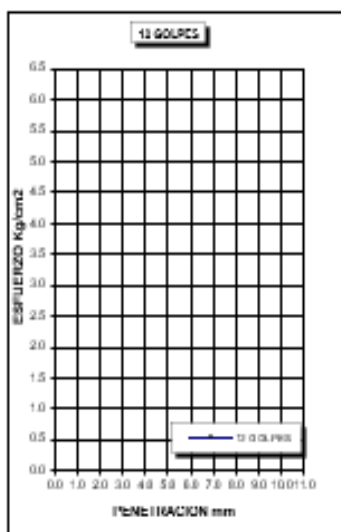
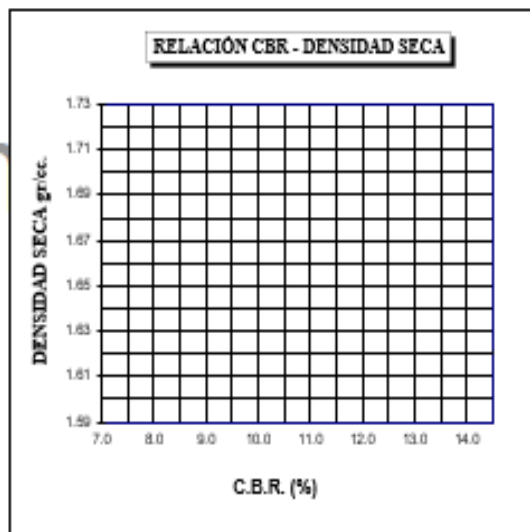
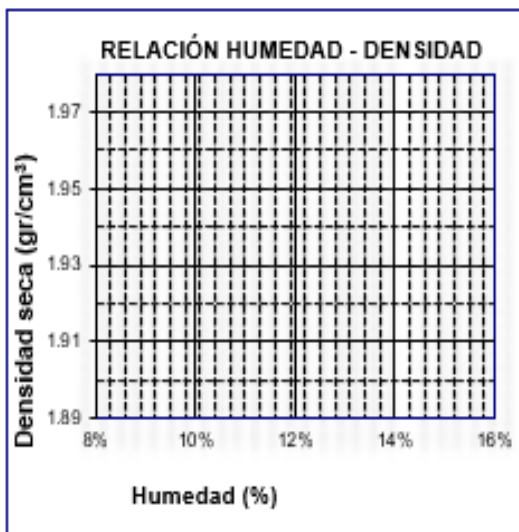


Figura 37. Ficha de ensayo CBR - gráfico de penetración.

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

PROYECTO :
SOLICITANTE :
UBICACIÓN :
MUESTRA :
FECHA :

MOLDE No				
No DE CAPAS				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA				
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.						
Peso del Molde	gr.						
Peso del Suelo Humedo	gr.						
Volumen del Suelo	cm ³ .						
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .						

Capsula No	No						
Suelo Humedo + Capsula	gr.						
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.						
Peso del Agua	gr.						
Peso de la Capsula	gr.						
Peso del Suelo Seco	gr.						
% de Humedad	%						
Promedio de Humedad	%						
Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³ .						

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est	MOLDE No 0				MOLDE No 0				MOLDE No 0					
			Dial	K ₁	K ₁ /cm ²	Carroc	Dial	K ₁	K ₁ /cm ²	Carroc	Dial	K ₁	K ₁ /cm ²	Carroc		
0.00	0.00															
0.63	00:30															
1.27	01:00															
1.91	01:30															
2.54	02:00	70.31														
3.81	03:00															
5.09	04:00	105.00														
6.35	05:00															
7.62	06:00															
8.84	07:00															
10.16	08:00															

Figura 38. Ficha de relación de humedad - densidad Proctor CBR.

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

PROYECTO :

SOLICITANTE :

TRAMO :

UBICACIÓN :

MUESTRA :

FECHA :

HOLDE No :	VOLUMEN DEL MOLDE : cm ³
No DE CAPAS :	GOLPES POR CAPA : golpes

Peso Suelo Húmedo - Molde	gr.				
Peso del Molde	gr.				
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .				
Densidad del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .				

Capas No	No	SNP.	INF.	SNP.	INF.	SNP.	INF.	SNP.	INF.
Suelo Húmedo - Capas	gr.								
Peso del Suelo Seco - Capas	gr.								
Peso del Agua	gr.								
Peso de la Capas	gr.								
Peso del Suelo Seco	gr.								
% de Humedad	%								
Promedio de Humedad	%								
Densidad del Suelo Seco	%								

METODO: ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA : gr/cm ³ HUMEDAD OPTIMA :
--	---

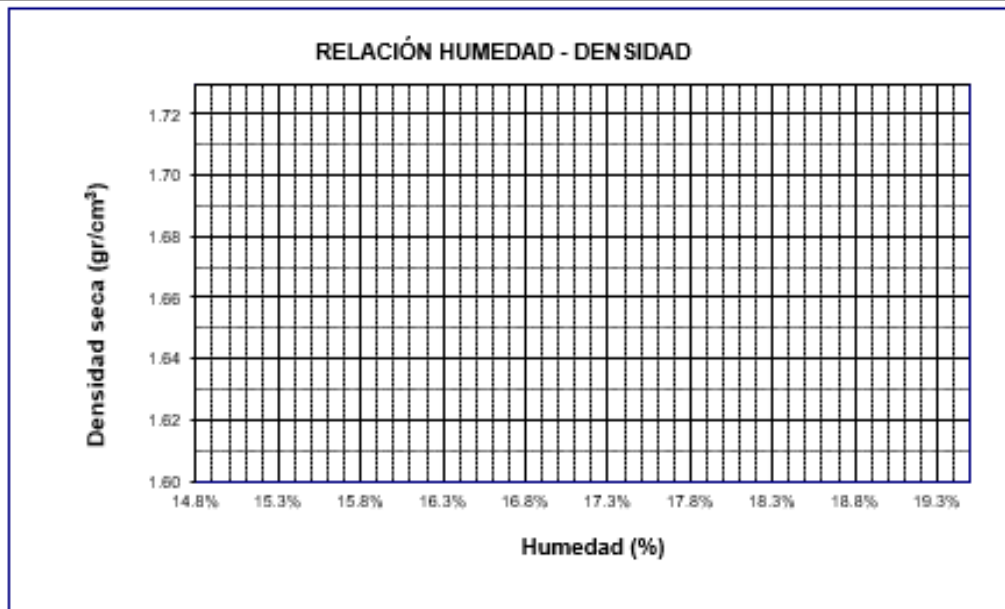


Figura 39. Ficha de ensayo de Proctor modificado.

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

PROYECTO :
SOLICITANTE :
UBICACIÓN :
CALICATA :
PROFUNDIDAD :
FECHA :

LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No			
CAPSULA + SUELO HUMED	gr.			
CAPSULA + SUELO SECO	gr.			
AGUA	gr.			
PESO DE LA CAPSULA	gr.			
PESO DEL SUELO SECO	gr.			
CONTENIDO DE HUMEDAD	%			
NUMERO DE GOLPES	N			

LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No		
CAPSULA + SUELO HUMED	gr.		
CAPSULA + SUELO SECO	gr.		
AGUA	gr.		
PESO DE LA CAPSULA	gr.		
PESO DEL SUELO SECO	gr.		
LIMITE PLASTICO	%		

LIMITE LIQUIDO	
LIMITE PLASTICO	
INDICE DE PLASTICIDAD	



Figura 40. Ficha de ensayo de límite líquido y plástico.

3.4.4.3. Trabajos preliminares.

Luego del reconocimiento del lugar se definieron las zonas de extracción de material mediante calicatas (véase las figuras 46, 47, 48 y 49).



Figura 41. Mapa de ubicación de la zona de proyecto.

3.4.4.4. **Ensayo de granulometría.**

Con este ensayo se determinó la distribución de partículas finas y gruesas por tamizado, de acuerdo con la NTP 400.012 (83).

Paso 1: Se procedió a la extracción del material o muestra de la calicata para luego realizar el ensayo correspondiente.

Paso 2: Los agregados grueso y fino fueron lavados para eliminar materiales como limo. Luego, se secaron a temperatura ambiente de $110 \pm 5^\circ\text{C}$, por 24 horas, para obtener pesos constantes, desmenuzando las partículas de mayor tamaño (véase la Figura 50).



Figura 42. Localización in situ del proyecto.



Figura 43. Árbol de ciprés en la ciudad de Juliaca.



Figura 44. Extracción del ámbar del ciprés.



Figura 45. Ámbar de ciprés ya extraído.

Tabla 10. Propiedades químicas del ámbar de ciprés

Determinaciones	
Características	Sólido vítreo (Esc. Gerdner 4-6)
Olor de material natural de ámbar	Ciprés
PH	6.3
Sustancia de acidez	149.0-159.1 mg de KOH/g
Valor de fusión	Temperatura 67.5-94.3°C
Valor de inflamación	Temperatura 259°C
Inflamabilidad	No inflamable
Densidad relativa	1.043 gr/cm ³ (20°C)
Solubilidad	0.91 mg/L (20°C)
Viscosidad	363-458 CSP (120°C)
Valor de gota	Temperatura 71-80°C
Propiedades explosivas	No explosivo
Propiedades comburentes	No comburente

Fuente: Gutiérrez (16).



Figura 46. Realizando la calicata 1 con retroexcavadora.



Figura 47. Determinando la profundidad de la calicata 1.



Figura 48. Calicata número 2.



Figura 49. Calicata número 3.



Figura 50. Secado de muestras antes de su ingreso a laboratorio.

Paso 3: Luego se realizó el cuarteo. Para la división, se formó un cono con el material; y con una regla de madera se repartió en cuatro partes iguales, tal como se muestra en la Figura 51. Después se recogió el material para la realización del análisis granulométrico.



Figura 51. Procedimiento del cuarteo para iniciar el análisis granulométrico.

Paso 4: Se seleccionaron los siguientes tamices: 4", 3 1/2", 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, N° 200, para pasar el material. El material retenido en cada uno de ellos fue pesado (véase la Figura 52).

Paso 5: El peso fue terminado con una balanza, según la norma MTC E 202. El suelo fino se atrapó pasando la malla de 75 μm (N° 200). Por finalidad se calculó el porcentaje retenido en los tamices (véase la Figura 53).



Figura 52. Material es pasado por diferentes tamices.



Figura 53. Mostrando el resultado del peso retenido.

3.4.4.5. Límites de Atterberg.

Consiste en calcular el comportamiento de agua en el suelo estudiado. Este tiende a cambiar su volumen en relación con la cantidad de agua retenida. A esto se les llama límites líquido y plástico (81).

3.4.4.5.1. Procedimiento de límite líquido y plástico.

Para establecer el límite líquido y plástico, se incorporó ciprés en el material que pasó la malla N° 40, en diferentes porcentajes.

Cabe resaltar que el contenido de humedad es expresado en porcentajes a L_L y L_P , de acuerdo con NTP 339.129 (80).

Paso 1: Se realizó el cuarteo del material muestreado.

Paso 2: Se pulverizó una muestra seca de 350 gr, utilizando un comba de goma. Esto, con el fin de determinar el (L_c) límite de consistencia.

Paso 3: Se procedió a tamizar la muestra pulverizada y que se pasará por el tamiz N° 40. Lo tamizado se colocará en una cápsula de porcelana.

Paso 4: Luego de pesar (véase la Figura 54) y combinar el material tamizado, se vació en una taza hasta ajustar el contenido de líquido (agua) mediante la aplicación de 25 a 35 golpes (véase la Figura 55).



Figura 54. Proceso del peso de la muestra.



Figura 55. Mesclado homogéneo de la muestra en una vasija.

Paso 5: Se procedió a cubrir la muestra con una tela o plástico para que se retenga la humedad durante 24 horas (véase la Figura 56).

Paso 6: Se colocó una parte de la pasta en el aparato con una espátula y presionó hacia abajo hasta extenderla en la taza unos 10 mm (véase la Figura 57).

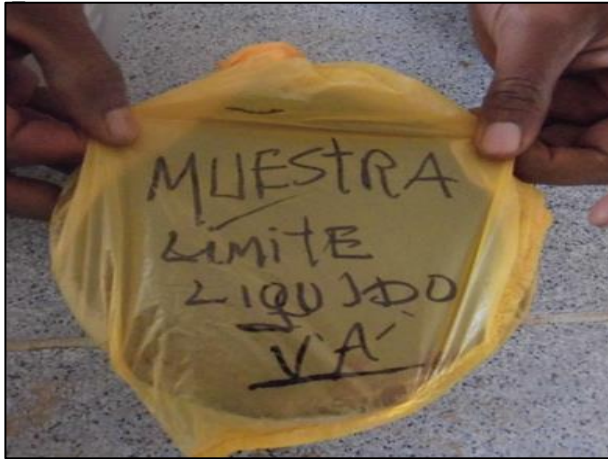


Figura 56. Proteger la muestra para que no pierda su humedad.



Figura 57. Con la espátula misma formar un surco en la pasta.

Paso 7: Se giró la manivela a un ritmo de 1.9 a 2.1 golpes por segundo hasta que las dos mitades que separaban el surco lograron unirse (véase la Figura 58).



Figura 58. La ranura se cierra con menos de 25 golpes.

Paso 8: Se direccionó el conteo de golpes N , que es crucial para el cerrado del surco. De acuerdo con la cantidad de golpes, se hará lo mismo en los diferentes materiales, agregando distintas cantidades de agua. En el primer ensayo se realizará a 25 a 35 golpes; y en el siguiente, 20 a 30 veces; finalizando con 15 a 25 golpes.

La prueba se cerró con los valores obtenidos y mostrados en la Tabla 11.

Tabla 11. Incorporación de ámbar natural de ciprés para el ensayo de límite líquido

Incorporación de ámbar de ciprés en forma molida pasando la malla N° 40				
Total (100 %)	4 %	6 %	8 %	10 %
100 gr.	4 gr.	6 gr.	8 gr.	10 gr.

3.4.4.5.2. Procedimiento límite plástico.

Según la NTP 339.129 (80), el límite plástico de la muestra homogénea se da cuando se forman en el espécimen barritas de casi 3.2 mm de longitud, con un diámetro de 1/8".

Paso 1: Se seleccionó de 1.5 gr a 2 gr de espécimen para formar la pasta (véase las figura 59 y 60).



Figura 59. Ámbar natural de ciprés molido para límite plástico.

Paso 2: La muestra debe tener menos humedad para que sea moldeable. Luego se realizará una esfera de casi 1.5 cm de diámetro.

Paso 3: Luego se moldearon barritas con las palmas de las manos y una superficie lisa, de casi 3.20 cm de diámetro. Los especímenes de baja plasticidad tienen la cualidad de enrollarse en la parte inferior de la palma de la mano. Cada barra deberá tener más de 6 g de suelo, siempre cumpliéndose los requerimientos de la MTC E 108 (4).

Esta parte del proceso puede verse en las figuras 61, 62 y 63.

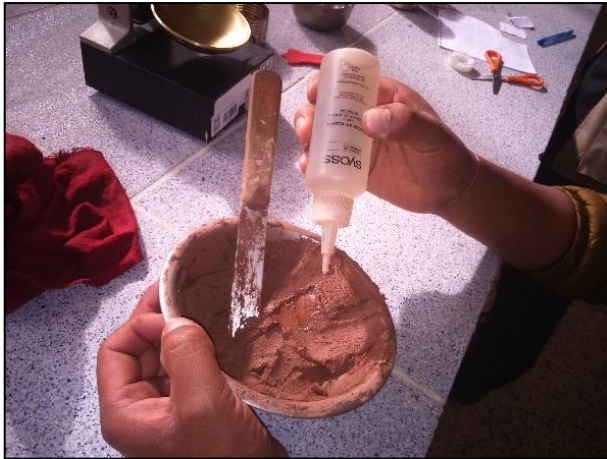


Figura 60. Mezclar la muestra homogénea en una capsula porcelana.



Figura 61. Se rola de extremo a extremo la esfera.



Figura 62. Se gira y se rola en una placa de vidrio las barritas.

Una vez calculado los límites de Atterberg, se procede a determinar el valor del índice de plástico con la siguiente fórmula:

$$IP = W_L - W_p$$



Figura 63. Se retira la muestra de límite plástico del horno.

Donde:

L_L = límite líquido

L_p = límite plástico

La prueba se cerró con los valores obtenidos y mostrados en la Tabla 12.

Tabla 12. Incorporación de ámbar natural de ciprés para el ensayo de límite plástico

Incorporación de ámbar de ciprés en forma molida pasando la malla N° 40				
Total (100%)	4 %	6 %	8 %	10 %
100 gr.	4 gr.	6 gr.	8 gr.	10 gr.

3.4.4.6. Proctor modificado.

La prueba se desarrolla mediante la compactación en el interior del molde, relacionándose el peso unitario al contenido de agua. El ensayo se realizará en un molde de 4" a 6". La proporción se da tres métodos de acuerdo con el porcentaje de material que pasa en el tamiz (82).

3.4.4.6.1. Método de preparación húmeda.

Paso 1: La prueba se aplicó a las partículas retenidas sobre el tamiz de $\frac{3}{4}$ ", en un porcentaje de 30 %. De acuerdo con las normas ASTM D 1557 (5) y la NTP 339.141 (80), se usó energía modificada de 2700 KN-m/m². En esta investigación, se aplicó la compactación de acuerdo con el método C (véase la Figura 64).

Paso 2: Se procedió a pasar la muestra por los tamices N° 4 y 3/8", según el método aplicado, sin realizar el secado de la muestra (véase la Figura 65).



Figura 64. Selección del molde, Proctor modificado método C.



Figura 65. Homogenizado de la muestra para su tamizaje.

Paso 3: Se dispuso en bandejas cinco muestras y se tomó inicialmente un porcentaje óptimo de agua. Asimismo, se eligieron dos especímenes con humedad y dos secos, cuyos valores variaran en 2 % (véase la Figura 66).



Figura 66. Tamizado de la muestra y su colocación en cada bandeja.

Paso 4: La incorporación de líquido (agua) en las muestras se realizó en menores cantidades; y luego se procedió a secar a temperatura ambiente. Lo realizado puede verse en las figuras 67, 68, 69, 70 y 71.



Figura 67. Mezcla homogénea con agua de probeta.



Figura 68. Ámbar de ciprés al 4 % para el ensayo de Proctor.



Figura 69. Ámbar de ciprés al 6 % para el ensayo de Proctor.



Figura 70. Ámbar de ciprés al 8 % para el ensayo de Proctor.



Figura 71. Ámbar de ciprés al 10 % para el ensayo de Proctor.

Paso 5: La mezcla fue removida en forma constante para que el agua no se acumule en un solo lugar. Luego fue colocada en un recipiente aparte (véase las figuras 72, 73, 74, 75 y 76; y la Tabla 13).



Figura 72. Proceso de saturación por 24 horas.



Figura 73. Inicio de compactación con el ensayo de Proctor.



Figura 74. Compactando la muestra por cada capa.



Figura 75. Culminando con la compactación.



Figura 76. Rasado de la muestra excedente.

Tabla 13. Incorporación de ámbar natural de ciprés en Proctor modificado

Incorporación de ámbar natural de ciprés en su forma natural				
Total (100 %)	4 %	6 %	8 %	10 %
5200 gr.	208 gr.	312 gr.	416 gr.	520 .

3.4.4.7. California Bearing Ratio (CBR)

Esta prueba es para calcular la capacidad de resistencia que posee el suelo en estudio, medido en porcentajes, en función de la subrasante, capa de rodadora, sub base, base, afirmado, etc.

Para esta prueba se realizó lo siguiente:

- Se tomó una muestra mediante la extracción y recolección de una cantidad considerable de material, para ser sometido a apisonamiento. En cada molde de CBR se trabajó con 5 kg de muestra, para determinarse el contenido de humedad y de MDS.
- Se hizo el compactado mediante un sistema dinámico en el interior del molde, con uso técnico proporcional de energía y agua.
- Se empleó entre 3 y 9 moldes en cada una de las muestras. Para graficar la curva se realizaron diferentes golpes –12, 26 y 55 en cada capa–.
- La compactación terminó cuando se quitó el collarín, para enrasar el espécimen reduciendo sus espacios vacíos o comprimiendo el resto de material.
- Se evaluó y se tomó lectura del material en el molde.

Esta parte del proceso se puede ver en las figuras 77, 78, 79, 80, 81, y 82.



Figura 77. Agregado de un 4 % de ámbarr para el ensayo de CBR.



Figura 78. Ámbarr al 6 % en el ensayo de CBR.



Figura 79. Ámbarr al 8 % para el ensayo de CBR.

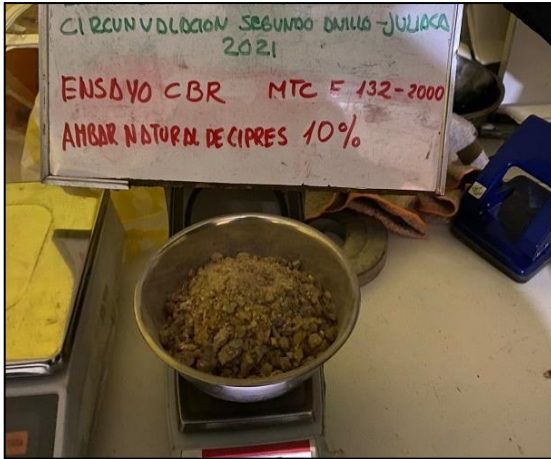


Figura 80. Ámbar al 10 % en el ensayo de CBR.



Figura 81. Lectura de peso del molde y de la muestra para la prueba de CBR.



Figura 82. Prueba de CBR según ASTM 0-698 0-357 AASHTO T-99 T-180.

3.4.4.8. Aforo vehicular de Av. San Martín.

Véase la tablas 14, 15 y 16.

3.4.5. Confiabilidad de los instrumentos de investigación

Es la capacidad de reproducir un resultado de manera consistente, a lo largo del tiempo y espacio (84).

Es el grado de calibración de los instrumentos, cuyo resultado será coherente y consistente. Es decir, que al aplicar un proceso repetido en un mismo sujeto u objeto los resultados serán iguales (64).

En la presente tesis, los instrumentos utilizados para medir los resultados de cada uno de los ensayos en laboratorio se basan en los estándares de la norma ASTM. Estas normas son muy confiables, debido a los antecedentes que tienen en una gran cantidad de investigaciones cuyos resultados son adquiridos de manera correcta.

Carril derecho	Autos	Camionetas		Combis	2 ejes			3 ejes		4 ejes	5 ejes		6 ejes		Total de vehículos	
		Camionetas	Combis rural		Minibus	Ómnibus	Camión	Ómnibus	Camión	Ómnibus	Semi trailer	Semi trailer	Semitrailer	Semitrailer		
					B2	B2	C2	B3-1	C3	B4-1	T2s3	T3s2	T3s3	C4r2		
Sábado	27	17	48	0	26	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	120
Domingo	23	10	44	0	32	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	112
Lunes	27	21	61	0	37	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	149
Martes	27	16	42	0	27	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	115
Miércoles	19	23	42	0	32	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	120
Jueves	33	25	56	0	34	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	151
Viernes	35	16	42	0	36	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	132
Total	191	128	335	0	224	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	899

Tabla 14. Resumen de aforo vehicular

Tabla 15. Cálculo de IMDA















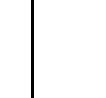










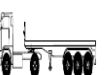
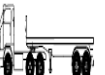
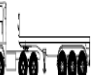

Fecha.	Derecho Carril Vehículos	Vehículos ligeros				Vehículos pesados										Total, veh. X día.	
		Autos	Camionetas		Combis	2 ejes			3 ejes		4 ejes	5 ejes		6 ejes			
			Camionetas	Combis rural		Minibus B2	Ómnibus B2	Camión C2	Ómnibus B3-1	Camión C3	Ómnibus B4-1	Semitrailer T2s3	Semitrailer T3s2	Semitrailer T3s3	Semitrailer C4r2		
																	
																	
2/10/2021	Sábado	27	17	48	0	26	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	120
3/10/2021	Domingo	23	10	44	0	32	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	112
4/10/2021	Lunes	27	21	61	0	37	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	149
5/10/2021	Martes	27	16	42	0	27	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	115
6/10/2021	Miércoles	19	23	42	0	32	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	120
7/10/2021	Jueves	33	25	56	0	34	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	151
8/10/2021	Viernes	35	16	42	0	36	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	132
Total		191	128	335	0	224	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	899
Promedio		27	18	48	0	32	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	128
Porcentaje (%)		21	14	37	0	25	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	100
Dosificado por ejes		93				32			3		0	0		0			128
Nota. El conteo de vehículos fue realizado en el único carril habilitado.											Índice medio diario semanal						

Tabla 16. Tráfico vehicular IMD anual

Tipo de Vehículos	IMDA	Distribución %
Autos	27	21.3 %
Camionetas	18	14.2 %
Combis rural	47	37 %
Combis	0	0 %
Minibús b2	32	25.2 %
Ómnibus b2	0	0 %
Camión c2	0	0 %
Ómnibus b3-1	0	0 %
Camión c3	3	2.4%
Ómnibus b4-1	0	0 %
Semi tráiler t2s3	0	0 %
Semi tráiler t3s2	0	0 %
Total, IMDA	127	100 %

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

4.1.1. Calicata 1

4.1.1.1. Granulometría de suelo natural.

En la Tabla 17 y en la Figura 83 se presenta el análisis granulométrico realizado a la calicata 1 de la subrasante. Asimismo, en la Tabla 18 se presentan los valores que determinan el tipo de suelo que, según SUCS, se clasifican como un MH (suelo limoso de alta plasticidad); y, según AASHTO, como suelo A-7 (20) (material limo arcilloso).

4.1.1.2. Límites de consistencia.

En la Tabla 19 se muestra una variación del índice plástico de un suelo natural hasta la incorporación del 10 % de ámbar de ciprés. El mejor porcentaje para reducir el índice plástico en la calicata 1 fue de 8% de ámbar natural de ciprés, que obtuvo como resultado un 11.05 %.

Asimismo, en la Figura 84 se muestran los resultados obtenidos mediante un gráfico de barras de la calicata 1, comparando las variaciones de SN, SN + 4 %, SN + 6 %, SN + 8 % y SN + 10 %, obteniendo como resultado 14.80 %, 13.24 %, 12.20 %, 11.05 % y 12.14 %, respectivamente. En el gráfico de barras también se observó la reducción del índice plástico hasta llegar al 8 %, ya que con la adición del 10 % el índice de plasticidad volvía a aumentar.

Tabla 17. Análisis granulométrico C-01

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa
3"	76.200				
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	3.30	0.10	0.10	99.90
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.10	99.90
1/4"	6.350				
N° 4	4.760	1.80	0.06	0.16	99.84
N° 8	2.380				
N° 10	2.000	0.90	0.18	0.34	99.66
N° 16	1.190				
N° 20	0.840	5.00	1.00	1.34	98.66
N° 30	0.590				
N° 40	0.420	5.60	1.12	2.46	97.54
N° 50	0.300	2.20	0.44	2.90	97.10
N° 60	0.250				
N° 80	0.180				
N° 100	0.149	3.70	0.74	3.63	96.37
N° 200	0.074	9.90	1.98	5.61	94.39
Base		472.70	94.54	100.00	0.00
Total		3200.00	100.00		
% Pérdida		14.77			

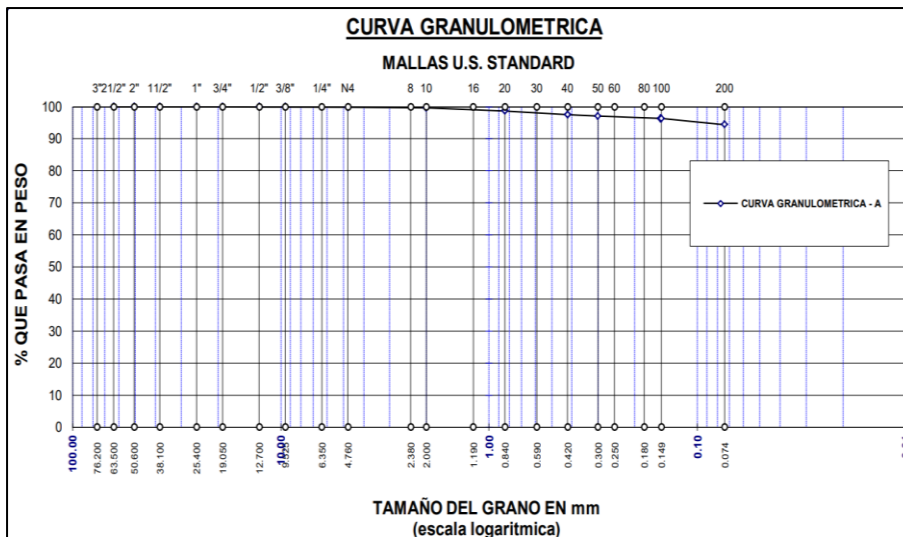


Figura 83. Curva granulométrica C-01.

Tabla 18. Clasificación de suelos C-01

Clasificación		
SUCS	NTP 339.135	MH
AASHTO	NTP 339.134	A-7 (20)

Tabla 19. Resumen de los límites de consistencia C-01

Descripción	Suelo sin adición de ámbar de ciprés	Suelo con adición de ámbar de ciprés			
	SN	SN + 4%	SN + 6%	SN + 8%	SN + 10%
Límite líquido	50.43 %	50.09 %	49.41 %	48 %	49.81 %
Límite plástico	35.63 %	36.86 %	37.21 %	36.95 %	37.67 %
Índice de plasticidad	14.80 %	13.24 %	12.20 %	11.05 %	12.14 %

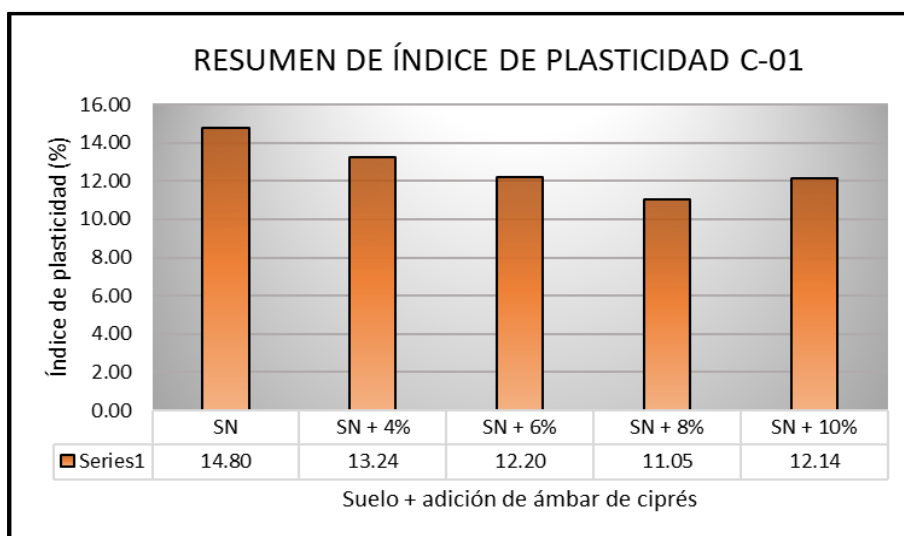


Figura 84. Variación del índice de plasticidad C-1.

4.1.1.3. Proctor modificado.

En la Tabla 20 se puede observar la variación del contenido de humedad y densidad seca máxima incorporando porcentajes de ámbar de ciprés a un 4 %, 6 %, 8 % y 10 %. En ambas pruebas se validó una mejora con la adición de un 8% de ámbar de ciprés, lográndose 1.98 gr/cm³ y 13.01 %, respectivamente.

Tabla 20. Resumen del contenido húmedo y densidad C-01

Ensayos de Proctor modificado	Suelo sin adición de ámbar de ciprés	Suelo con adición de ámbar de ciprés			
	SN	SN + 4 %	SN + 6 %	SN + 8 %	SN + 10 %
Densidad máxima seca (gr/cm ³)	1.84 gr/cm ³	1.90 gr/cm ³	1.92 gr/cm ³	1.98 gr/cm ³	1.94 gr/cm ³
Contenido de humedad (%)	17.1 %	15.5 %	15.1 %	13.01 %	14.6 %

A su vez, en la Figura 85 puede verse la variación de la densidad seca máxima en la calicata 1 incorporando un 4 %, 6 %, 8 % y 10 % de ámbar, obteniéndose como resultado 1.90 gr/cm³,

1.92 gr/cm³, 1.98 gr/cm³ y 1.94 gr/cm³, respectivamente. El mejor valor fue el de 1.98gr/cm³, con un agregado de 8 % de ámba.

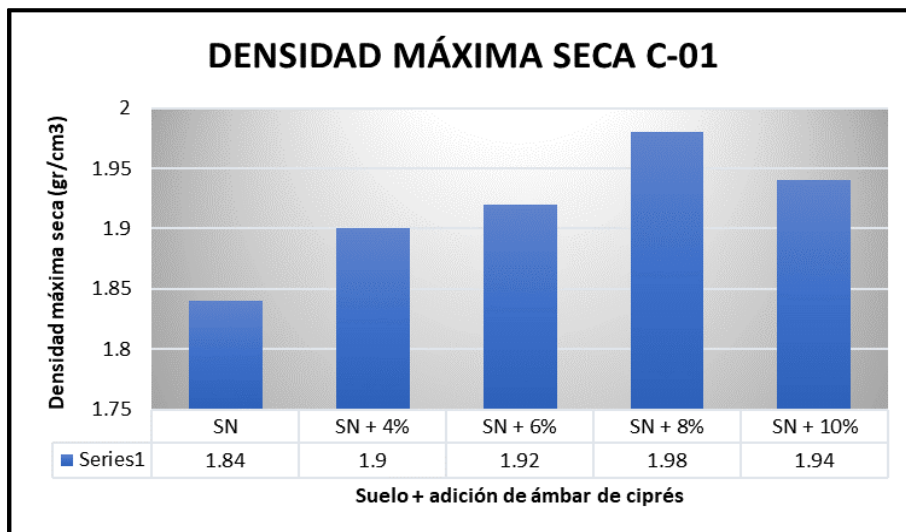


Figura 85. Comparación de densidades C-01.

4.1.1.4. California Bearing Ratio (CBR).

Con esta prueba se obtuvo las variaciones al 100 % con un máximo valor absoluto de densidad, empezando desde un suelo natural de 5.9 % hasta una incorporación de 10 % de ámba de ciprés. Así, el mejor porcentaje para aumentar la resistencia del suelo en la calicata 1 fue un 8 % de ámba natural de ciprés, con el que se obtuvo un 12.3 % de CBR.

Tabla 21. Variación del ensayo de CBR C-01

Ensayo de CBR	Suelo sin adición de ámba de ciprés	Suelo con adición de ámba de ciprés			
	SN	SN + 4 %	SN + 6 %	SN + 8 %	SN + 10 %
CBR (100% MDS) 0.1"	5.9 %	7.3 %	10.2 %	12.3 %	11.9 %
CBR (95% MDS) 0.1"	4.7 %	5.3 %	7.7 %	10.9 %	9.7 %

En tanto que en la Figura 86 se presenta una comparación de las diferentes variaciones de CBR como: SN, SN + 4 %, SN + 6 %, SN + 8 % y SN + 10 %, en los que se obtuvieron los valores de 5.90 %, 7.30 %, 10.20 %, 12.30 % y 11.90 %, respectivamente. En la figura, también puede verse que la capacidad de soporte aumentó hasta un 8 % de adición de ámba, ya que con un 10 % el CBR descendió.

Casi para finalizar esta parte del proceso, en la Tabla 22 se muestra un resumen de los resultados los ensayos realizados en la calicata 1, con incorporación de diferentes

proporciones de ámbar natural de ciprés al 4 %, 6 %, 8 % y 10 %. Como puede verse, en todos los ensayos se tuvo una notable mejora al agregarse el 8 % de ámbar en el suelo natural.

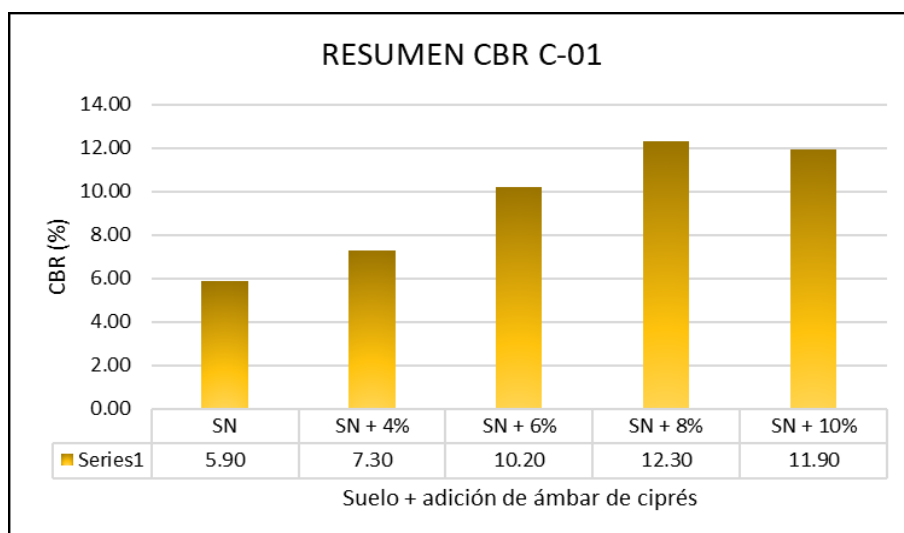


Figura 86. Variación del CBR al 100% C-01.

Tabla 22. Resumen de los ensayos en laboratorio C-01

Ensayo	Descripción	SN	SN + 4%	SN + 6%	SN + 8%	SN + 10%
Proctor modificado	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	1.84 gr/cm ³	1.90 gr/cm ³	1.92 gr/cm ³	1.98 gr/cm ³	1.94 gr/cm ³
	Humedad óptima (%)	17.1 %	15.5 %	15.1 %	13.01 %	14.6 %
Límites de consistencia	Límite líquido (%)	50.43 %	50.09 %	49.41 %	48 %	49.41 %
	Límite plástico (%)	35.63 %	36.86 %	37.21 %	36.95 %	37.67 %
	Índice de plasticidad (%)	14.8 %	13.24 %	12.20 %	11.05 %	12.14 %
CBR	CBR (100 % MDS)	5.90 %	7.30 %	10.20 %	12.30 %	11.90 %
	CBR (95 % MDS)	4.70 %	5.30 %	7.70 %	10.90 %	9.70 %

Por último, en la Figura 87 se presenta una comparación de los resultados los ensayos realizados en la calicata 1. También puede verse la reducción y aumento de mejora del suelo en la medida que se agrega un 4 %, 6 %, 8 % y 10 % de ámbar natural de ciprés.

4.1.2. Calicata 2

4.1.2.1. Granulometría.

4.1.2.1.1. Suelo natural.

En la Tabla 23 y en la Figura 88 se presentan los resultados del análisis granulométrico realizado a la calicata 2 de la subrasante. Asimismo, en la Tabla 24 se determina el tipo de

suelo que, mediante la clasificación SUCS, es de tipo MH (suelo limoso de alta plasticidad); y según la clasificación AASHTO, es de tipo A-7 (20) (material limo arcilloso).

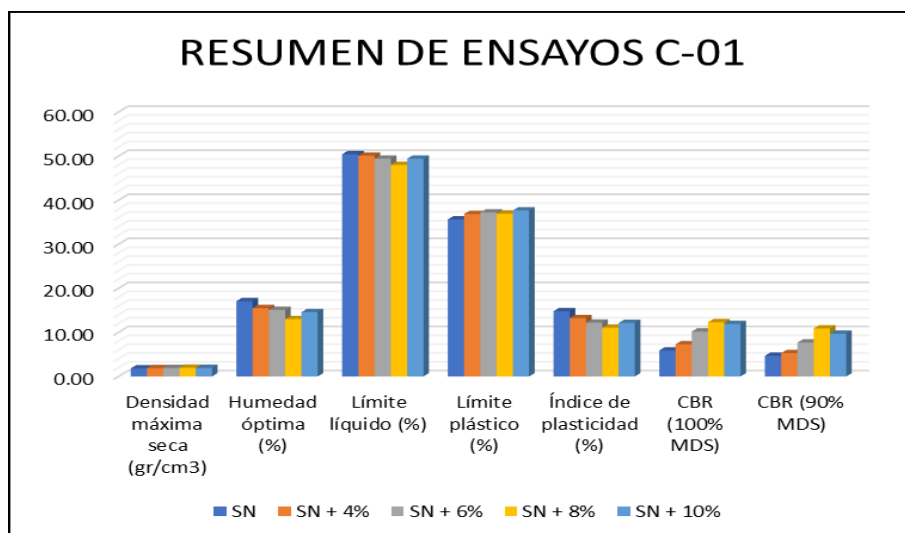


Figura 87. Variación de los ensayos en laboratorio C-1.

Tabla 23. Análisis granulométrico C-2

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa
3"	76.200				
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350				
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.380				
N° 10	2.000	3.00	0.50	0.50	99.50
N° 16	1.190				
N° 20	0.840	1.80	0.30	0.80	99.20
N° 30	0.590				
N° 40	0.420	1.60	0.27	1.07	98.93
N° 50	0.300	2.20	0.37	1.43	98.57
N° 60	0.250				
N° 80	0.180				
N° 100	0.149	48.90	8.15	9.58	90.42
N° 200	0.074	77.80	12.97	22.55	77.45
Base		464.70	77.45	100.00	0.00
Total		600.00	100.00		
% Pérdida		77.45			

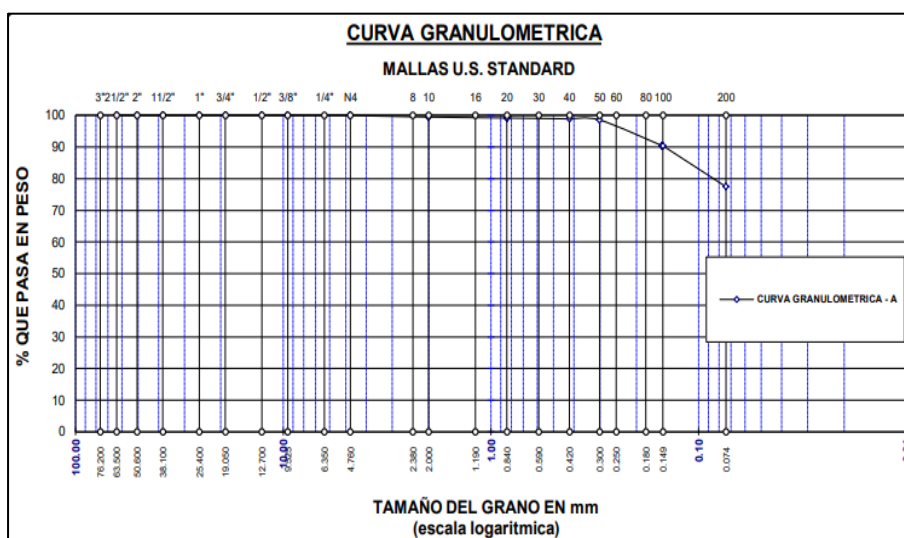


Figura 88. Curva granulométrica C-2.

Tabla 24. Clasificación de suelos C-2

Clasificación		
SUCS	NTP 339.135	MH
AASHTO	NTP 339.134	A-7 (20)

4.1.2.1.2. Límites de consistencia.

En la Tabla 25 se muestra la variación del IP desde un suelo natural con incorporación de hasta 10 % de ámbar de ciprés, teniendo como el mejor porcentaje para reducir el índice plástico en la calicata 2 un 8 %, con el cual se obtuvo como resultado un 8.90 %.

Tabla 25. Resumen de los límites de consistencia C-2

Descripción	Suelo sin adición de ámbar de ciprés	Suelo con adición de ámbar de ciprés			
	SN	SN + 4 %	SN + 6 %	SN + 8 %	SN + 10 %
Límite líquido	50.05 %	47.74 %	46.12 %	44.85 %	46.86 %
Límite plástico	37.60 %	36.71 %	36.20 %	35.95 %	36.61 %
Índice de plasticidad	12.45 %	11.03 %	9.92 %	8.90 %	10.24 %

También se presenta la Figura 89, en la cual se compara las variaciones de: SN, SN + 4 %, SN + 6 %, SN + 8 % y SN + 10 %, en la calicata 2, obteniéndose los resultados de 12.45 %, 11.03 %, 9.92 %, 8.90 % y 10.24 %, respectivamente. En el gráfico de barras, a la vez, se observó la reducción del índice plástico hasta la adición de 8 % de ámbar, ya que con un 10 % el IP empezó a aumentar.

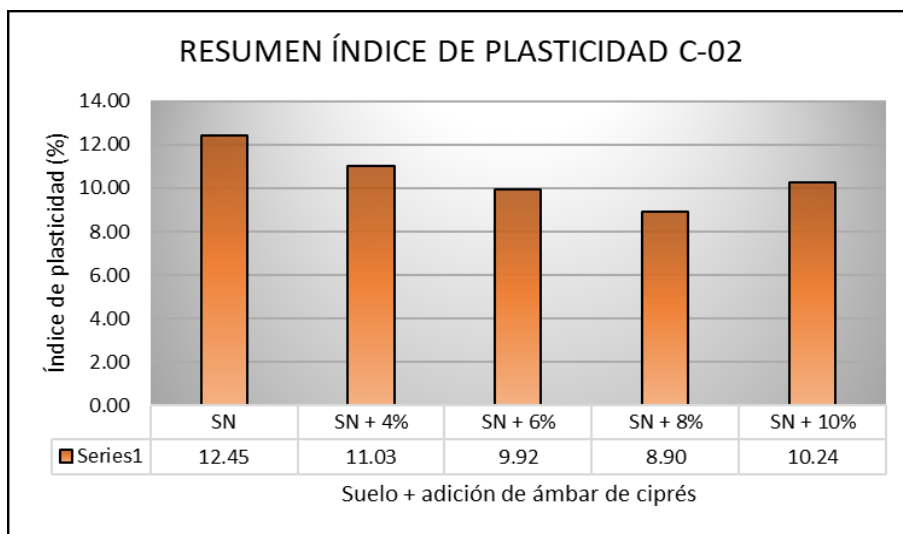


Figura 89. Variación del índice de plasticidad C-2.

4.1.2.1.3. Proctor modificado.

En la Tabla 26 se muestra la variación de humedad y de densidad incorporando porcentajes de ámbar de ciprés a un 4 %, 6 %, 8 % y 10 %. En ambas pruebas una mejora se obtuvo un mejor resultado con la adición de 8 % de ámbar, de 1.71 gr/cm³ y 15.02 %, respectivamente.

Tabla 26. Variación del contenido húmedo y densidad C-2

Ensayos de Proctor modificado	Suelo sin adición de ámbar de ciprés	Suelo con adición de ámbar de ciprés			
	SN	SN + 4 %	SN + 6 %	SN + 8 %	SN + 10 %
Densidad máxima seca (gr/cm ³)	1.59 gr/cm ³	1.64 gr/cm ³	1.66 gr/cm ³	1.71 gr/cm ³	1.68 gr/cm ³
Contenido de humedad (%)	21.3 %	17.5 %	16.9 %	15.2 %	16.4 %

En la Figura 90 se observa la variación de la densidad seca máxima en la calicata 2 incorporando un 4 %, 6 %, 8 % y 10 % de ámbar, obteniéndose como resultados 1.64 , 1.66, 1.71 y 1.68 con la unidad de gr/cm³, respectivamente. El mejor resultado obtenido fue con la incorporación de un 8 % de ámbar, y que fue de 1.71 gr/cm³.

4.1.2.1.4. California Bearing Ratio (CBR).

En la Tabla 27 se muestran los resultados de las variaciones del CBR al 100 % de la MDS, empezando de un suelo natural con incorporación de 6.7 % de ámbar de ciprés, hasta 10 %. El mejor porcentaje para aumentar la resistencia del suelo en la calicata 2 fue el 8 %, con el que se obtuvo un 13.2 % de CBR.

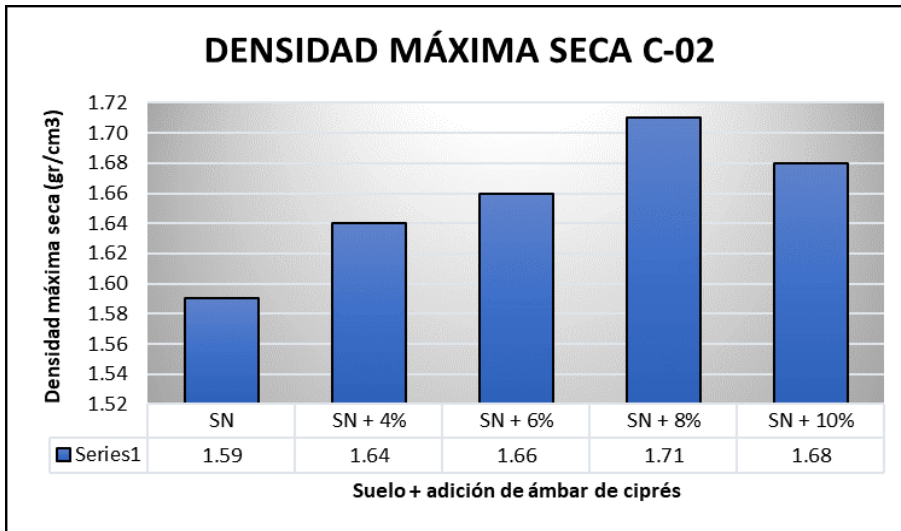


Figura 90. Comparación de densidades C-2.

Tabla 27. Variación del ensayo de CBR C-2

Ensayo de CBR	Suelo sin adición de ámbar de ciprés	Suelo con adición de ámbar de ciprés			
	SN	SN + 4 %	SN + 6 %	SN + 8 %	SN + 10 %
CBR (100 % MDS) 0.1"	6.7 %	8.9 %	9.7 %	13.2 %	10.4 %
CBR (95 % MDS) 0.1"	4.7 %	6.8 %	8.1 %	11.2 %	8.5 %

La Figura 91 da cuenta de la comparación las diferentes variaciones de CBR como: SN, SN + 4 %, SN + 6 %, SN + 8 % y SN + 10 %, en la calicata 2, obteniéndose como resultado 6.7%, 8.9%, 9.7%, 13.2% y 10.4%, respectivamente. De esa manera, se pudo concluir que la capacidad de soporte aumentó cuando se agregó hasta un 8 % de ámbar, ya que con el 10 %, el CBR descendió.

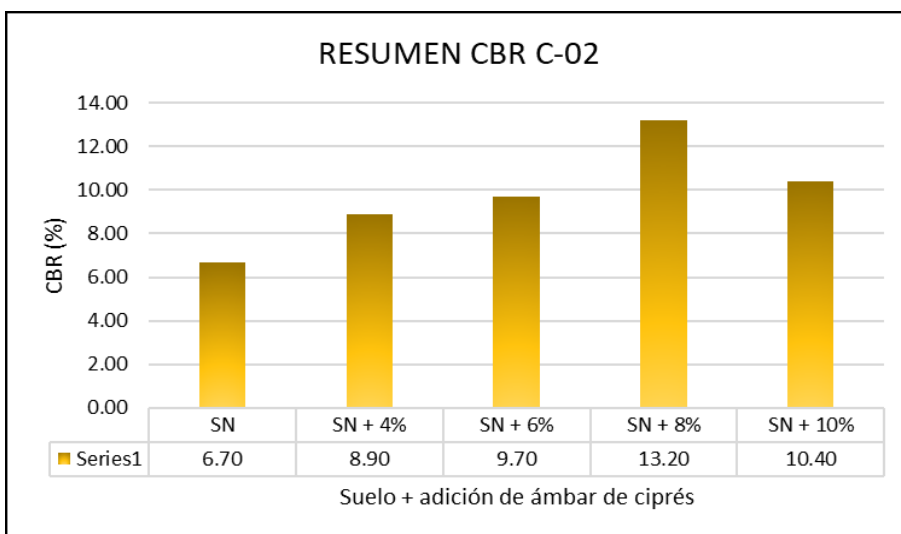


Figura 91. Variación del CBR al 100 % C-2.

En la Tabla 28 se muestra un resumen de los resultados de cada ensayo realizado en la calicata 2, incorporando ámbar natural de ciprés al 4 %, 6 %, 8 % y 10 %, de los cuales el de mejor resultado en el suelo natural fue el 8 %.

Tabla 28. Resumen de los ensayos en laboratorio C-02

Ensayo	Descripción	Sn	Sn + 4 %	Sn + 6 %	Sn + 8 %	Sn + 10 %
Proctor modificado	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	1.59 gr/cm ³	1.64 gr/cm ³	1.66 gr/cm ³	1.71 gr/cm ³	1.68 gr/cm ³
	Humedad óptima (%)	21.30 %	17.50 %	16.90 %	15.20 %	16.40 %
Límites de consistencia	Límite líquido (%)	50.05 %	47.74 %	46.12 %	44.85 %	46.86 %
	Límite plástico (%)	37.60 %	36.71 %	36.20 %	35.95 %	36.61 %
	Índice de plasticidad (%)	12.45 %	11.03 %	9.92 %	8.90 %	10.24 %
CBR	CBR (100% MDS)	6.70 %	8.90 %	9.70 %	13.20 %	10.40 %
	CBR (95% MDS)	4.70 %	6.80 %	8.10 %	11.20 %	8.50 %

También se muestra en la Figura 92 una comparación de los resultados obtenidos en la calicata 2. Así, puede verse que cómo es que variando la calidad del suelo en la medida que fue agregándose 4 %, 6 %, 8 % y 10 % de ámbar natural de ciprés.

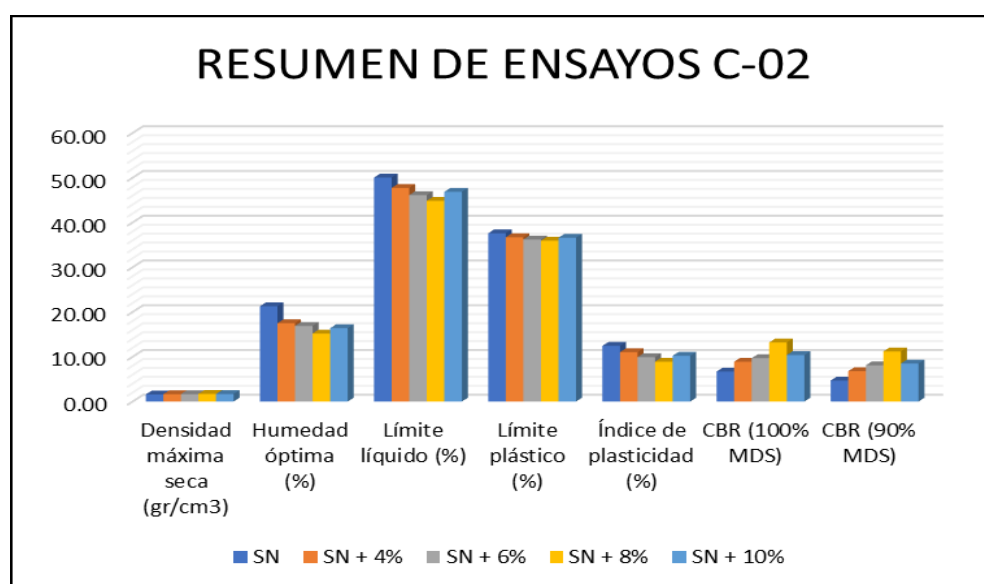


Figura 92. Variación de los ensayos en laboratorio C-2.

4.1.3. Calicata 3

4.1.3.1. Granulometría.

En la Tabla 29 y en la Figura 93 pueden verse las pruebas de granulometría realizadas en la calicata 3. A partir de lo anterior, según se observa en la Tabla 30, pudo determinarse el tipo de suelo que, según la clasificación SUCS es de tipo M (limos inorgánicos, polvo de roca,

limos arenosos o arcillosos ligeramente son plásticos); y de acuerdo con AASHTO, A-7 (20) (material limo arcilloso).

Tabla 29. Análisis granulométrico C-3

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso retenido	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% que pasa
3"	76.200				
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350				
N° 4	4.760	42.80	7.13	7.13	92.87
N° 8	2.380				
N° 10	2.000	5.60	0.93	8.00	92.00
N° 16	1.190				
N° 20	0.840	8.90	1.48	9.38	90.62
N° 30	0.590				
N° 40	0.420	0.30	0.05	9.42	90.58
N° 50	0.300	2.21	0.37	9.77	90.23
N° 60	0.250				
N° 80	0.180				
N° 100	0.149	3.72	0.62	10.34	89.66
N° 200	0.074	10.95	1.83	12.04	87.96
Base		568.32	94.72	100.00	0.00
Total		600.00	100.00		
% pérdida		94.72			

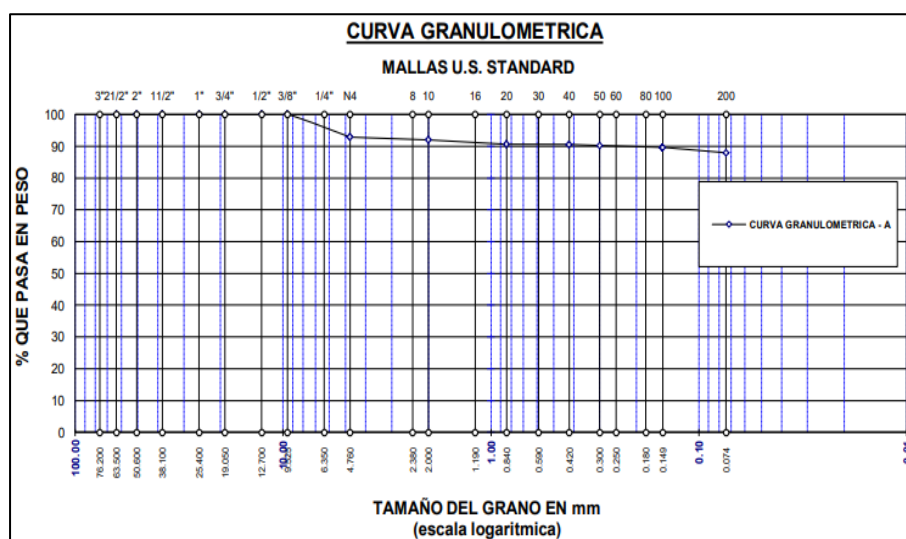


Figura 93. Curva granulométrica C-3.

Tabla 30. Clasificación de suelos C-3

Clasificación		
SUCS	NTP 339.135	ML
AASHTO	NTP 339.134	A-7 (20)

4.1.3.1.1. *Límites de consistencia.*

En la Tabla 31 se muestra la variación del índice plástico desde un suelo natural hasta la incorporación del 10 % de ámbar de ciprés, teniendo como el mejor porcentaje para reducir el IP en la calicata 3, 8 %, con el cual se obtuvo un resultado de 11.08 %.

Tabla 31. Cuadro de resumen de los límites de consistencia C-3

Descripción	Suelo sin adición de ámbar de ciprés	Suelo con adición de ámbar de ciprés			
	SN	SN + 4 %	SN + 6 %	SN + 8 %	SN + 10 %
Límite líquido	47.89 %	44.99 %	43.28 %	41.99 %	46.31 %
Límite plástico	33.52 %	31.25 %	31.07 %	30.91 %	33.99 %
Índice de plasticidad	14.37 %	13.74 %	12.20 %	11.08 %	12.32 %

A su vez, en la Figura 94 se presentan las variaciones en la calicata 3: SN, SN + 4 %, SN + 6 %, SN + 8 % y SN + 10 %, con las cuales se obtuvieron 14.37 %, 13.74 %, 12.20 %, 11.08 % y 12.32 %, respectivamente; pudiéndose observar que en la medida que se fue agregando mayor porcentaje de ámbar natural de ciprés, se redujo el índice plástico.

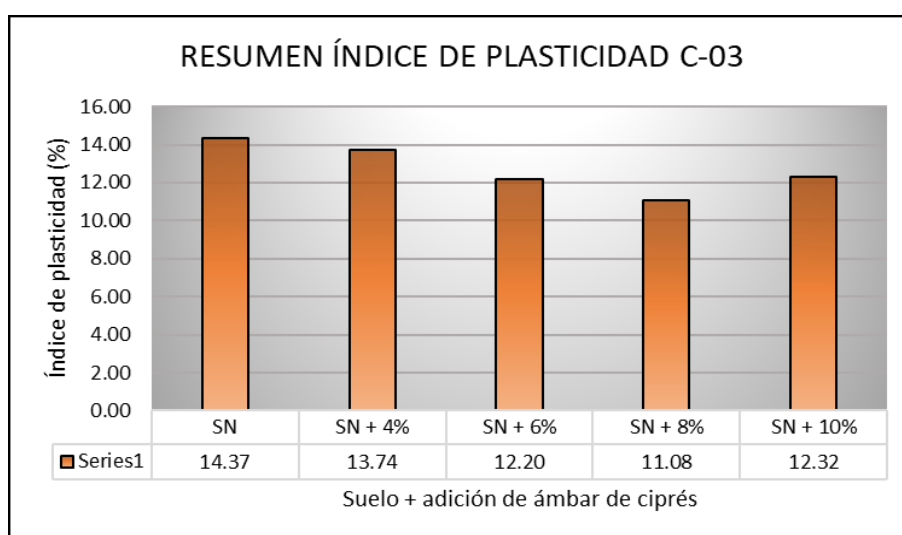


Figura 94. Variación del índice plástico C-3.

4.1.3.1.2. Proctor modificado.

En la Tabla 32 se presentan la variación de humedad y densidad incorporándose ámba de ciprés al 4 %, 6 %, 8 % y 10 %, siendo la mejor adición, la de 8 %, con la que se obtuvo 1.98 gr/cm³ y 8.7%, según el orden dado.

Tabla 32. Variación del contenido húmedo y densidad C-3

Ensayos de Proctor modificado	Suelo sin adición de ámba de ciprés	Suelo con adición de ámba de ciprés			
	SN	SN + 4 %	SN + 6 %	SN + 8 %	SN + 10 %
Densidad máxima seca (gr/cm ³)	1.69 gr/cm ³	1.96 gr/cm ³	1.97 gr/cm ³	1.98 gr/cm ³	1.96 gr/cm ³
Contenido de humedad (%)	18.2 %	9.4 %	9.02 %	8.7 %	9.1 %

En tanto que la Figura 95 se presenta la variación de densidad seca máxima en la calicata 3 con incorporación de un 4 %, 6 %, 8 % y 10 % de ámba, obteniéndose como resultado 1.96, 1.97, 1.98 y 1.96 con las unidades de gr/cm³; siendo la mejor incorporación 8%, con el que se obtuvo 1.98 gr/cm³.

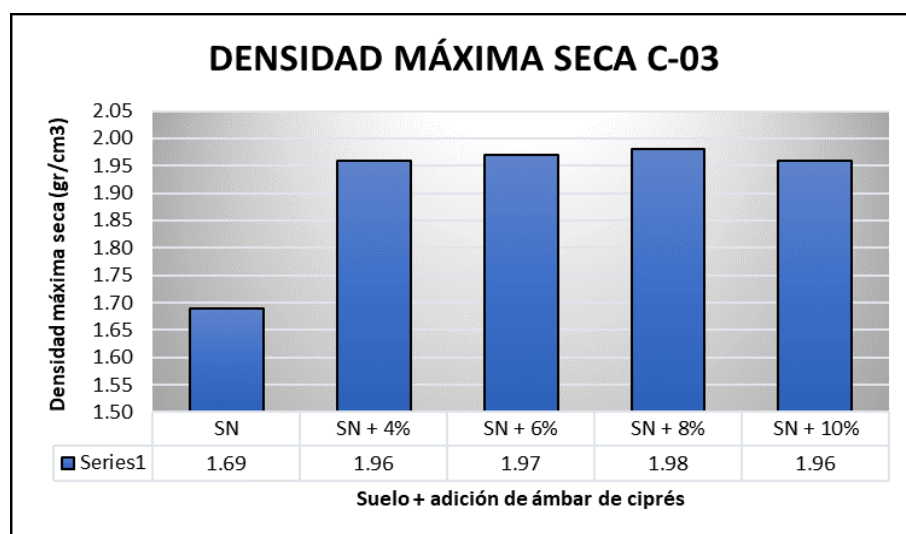


Figura 95. Comparación de densidades C-3.

4.1.3.1.3. California Bearing Ratio (CBR).

En la Tabla 33 se observan los resultados de las variaciones del CBR al 100 % de la MDS, empezando con una incorporación de ámba de ciprés desde 6.5 % hasta 10 %. Según lo visto, el mejor fue 8 %, con el que se obtuvo un 12 % de CBR.

En tanto que en la Figura 96 se muestra una comparación de las variaciones de CBR en la calicata 3, como: SN, SN + 4 %, SN + 6 %, SN + 8 % y SN + 10 %, con las que se obtuvieron

6.50 %, 7.9 %, 9 %, 12 % y 9.80 %, respectivamente. En esta figura también puede ver que la mejor adición fue 8 % de ámbar, ya que a un 10 % el CBR comenzó a descender.

Tabla 33. Variación del ensayo de CBR C-3

Ensayo de CBR	Suelo sin adición de ámbar de ciprés	Suelo con adición de ámbar de ciprés			
	SN	SN + 4 %	SN + 6 %	SN + 8 %	SN + 10 %
CBR (100 % MDS) 0.1"	6.5 %	7.9 %	9 %	12 %	9.8 %
CBR (95 % MDS) 0.1"	5.3 %	6.6 %	7.4 %	8.9 %	8.8 %

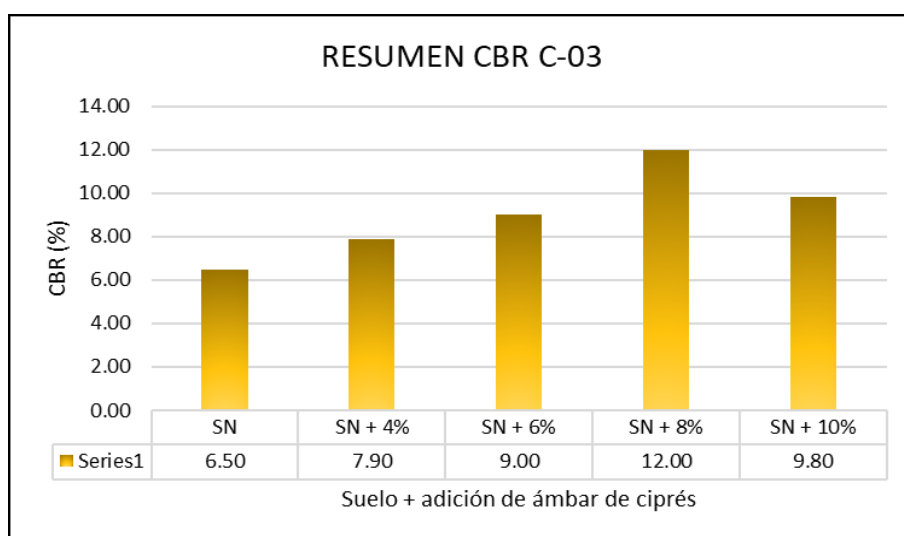


Figura 96. Variación del CBR al 100 % C-3.

Por último, en la Tabla 34 y en la Figura 97, se presentan los resultados de cada uno de los ensayos obtenidos en laboratorio para la calicata 3, con incorporación de ámbar natural de ciprés al 4 %, 6 %, 8 % y 10 %, obteniéndose en todas las pruebas una notable mejora al agregar 8 %.

Tabla 34. Resumen de los ensayos en laboratorio C-3

Ensayo	Descripción	SN	SN + 4 %	SN + 6 %	SN + 8 %	SN + 10 %
Proctor modificado	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	1.69 gr/cm ³	1.96 gr/cm ³	1.97 gr/cm ³	1.98 gr/cm ³	1.96 gr/cm ³
	Humedad óptima (%)	18.20 %	9.40 %	9.02 %	8.70 %	9.10 %
Límites de consistencia	Límite líquido (%)	47.89 %	44.99 %	43.28 %	41.99 %	46.31 %
	Límite plástico (%)	33.52 %	31.25 %	31.07 %	30.91 %	33.99 %
	Índice de plasticidad (%)	14.37 %	13.74 %	12.20 %	11.08 %	12.32 %
CBR	CBR (100% MDS)	6.50 %	7.90 %	9 %	12 %	9.80 %
	CBR (95% MDS)	5.30 %	6.60 %	7.40 %	8.90 %	8.80 %

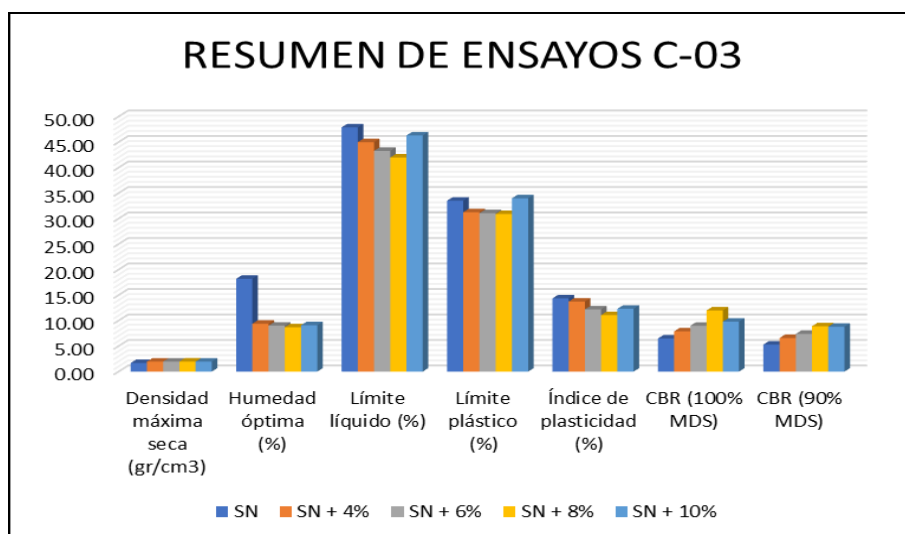


Figura 97. Variación de los ensayos en laboratorio C-3.

En la Tabla 35 se muestran los resultados comparados de cada una de las calicatas de suelo natural y suelo un 8 % de ámbar de ciprés agregado, que fue la proporción más adecuada para incrementar la calidad de las propiedades de la subrasante.

Tabla 35. Comparación de resultados entre un SN y SN + 10 % de ámbar

Ensayo	Descripción	Calicatas					
		C-1		C-2		C-3	
		SN	SN + 8 %	SN	SN + 8 %	SN	SN + 8 %
Proctor modificado	Densidad máxima seca (gr/cm ³)	1.84 gr/cm ³	1.98 gr/cm ³	1.59 gr/cm ³	1.71 gr/cm ³	1.69 gr/cm ³	1.98
	Humedad óptima (%)	17.10 %	13.01 %	21.30 %	15.20 %	18.20	8.70 %
Límites de consistencia	Límite líquido (%)	50.43 %	48 %	50.05 %	44.85 %	47.89 %	41.99 %
	Límite plástico (%)	35.63 %	36.95 %	37.60 %	35.95 %	33.52 %	30.91 %
	Índice de plasticidad (%)	14.80 %	11.05 %	12.45 %	8.90 %	14.37 %	11.08 %
CBR	CBR (100% MDS)	5.90 %	12.30 %	6.70 %	13.20 %	6.50%	12 %
	CBR (95% MDS)	4.70 %	10.90 %	4.70 %	11.20 %	5.30 %	8.90 %

4.2. Prueba de hipótesis

En esta parte se contrastan las hipótesis con los resultados de los ensayos, según el parámetro de medición.

4.2.1. Índice de plasticidad de un suelo natural

4.2.1.1. Planteamiento del problema.

- **H₀:** Las características físicas en la subrasante de la Av. San Martin - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021, no son deficientes.

- **H_a:** Las características físicas en la subrasante de la Av. San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021, son deficientes.

4.2.1.2. Nivel de significancia.

Para los análisis estadísticos del presente estudio es de 0.05.

4.2.1.3. Análisis de varianza.

Para comparar el nivel de significancia con el P-valor es necesario, primero, hacer un análisis de varianza, con ayuda del programa SPSS. Dicho dato se muestra en la Tabla 36.

Tabla 36. Cálculo de P-valor y media

P-valor				
Índice de plasticidad de un suelo natural	Valor de prueba = 10 %			
	t	GI	Sig. (p-valor)	Media
	5.362	2	0.033	13.8733

Según lo visto, el P-valor es 0.033.

4.2.1.4. Reglas para tomar decisiones.

- Si Probabilidad es < 0.05 : se rechaza la hipótesis nula, y acepta la hipótesis alternativa.
- Si Probabilidad es > 0.05 : se acepta la hipótesis nula.

4.2.1.5. Decisión e interpretación.

Según la regla de decisión, el P-valor = 0.033 es menor al valor de significancia alfa 0.05, por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se admite la hipótesis alterna. Según esto, las características físicas, como el IP en la subrasante de la Av. San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021, son deficientes; es decir, superan el valor permitido de 10 %, según la R.D. N10-2014-MTC.

4.2.2. CBR suelo natural

4.2.2.1. Planteamiento de hipótesis.

- **H₀:** Las características mecánicas en la subrasante de la Av. San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021, no son deficientes.

- **H_a:** Las características mecánicas en la subrasante de la Av. San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021, son deficientes caracterizando una subrasante pobre.

4.2.2.2. Nivel de significancia.

Para los análisis estadísticos del presente estudio es 0.05.

4.2.2.3. Análisis de varianza.

Para comparar el nivel de significancia con el P-valor, primero se analizó la varianza y establecer el P-valor empleando el programa SPSS, tal como se muestra en la Tabla 37.

Tabla 37. Cálculo de P-valor y media

P-valor				
Capacidad de soporte de un suelo natural (CBR)	Valor de prueba = 6 %			
	t	Gl	Sig. (p-valor)	Media
	-5.500	2	0.032	4.90

De esa manera, el P-valor fue 0.032.

4.2.2.4. Reglas para tomar decisiones.

- Si Probabilidad es < 0.05 : se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alternativa.
- Si Probabilidad es > 0.05 : se acepta la hipótesis nula.

4.2.2.5. Decisión e interpretación.

Según la regla de decisión, como el P-valor = 0.032 es mayor al valor de significancia alfa 0.05, se impugna la hipótesis nula y acepta la hipótesis alterna, la cual asegura que las propiedades mecánicas como el CBR de la subrasante en la Av. San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021, son deficientes; y que existe una mala capacidad de soporte en promedio de 4.90 %, lo cual no llega al parámetro establecido según la norma, que es de 6 %.

4.2.3. Índice de plasticidad a un 8 % de adición de ámbar de ciprés

4.2.3.1. Planteamiento del problema.

- **H₀:** La proporción óptima de ámbar natural de ciprés no disminuirá el índice de plasticidad de la subrasante en la Av. San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021.

- **H_a:** La proporción óptima de ámbar natural de ciprés disminuirá el índice de plasticidad de la subrasante en la Av. San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021.

4.2.3.2. Nivel de significancia.

Para los análisis estadísticos del presente estudio es 0.05.

4.2.3.3. Análisis de varianza.

El nivel de significancia y el P-valor fueron comparados con el *software* SPSS, tal como se muestra en la Tabla 38.

Tabla 38. Cálculo de P-valor y media

P-valor				
Índice de plasticidad agregando el 8% de ámbar de ciprés	Valor de prueba = 18.42 %			
	t	gl	Sig. (p-valor)	Media
	0.612	2	0.603	10.4933

Tras el análisis, el P-valor se estableció en 0.603.

4.2.3.4. Reglas para tomar decisiones.

- Si la probabilidad es < 0.05 : se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alternativa.
- Si la Probabilidad es > 0.05 : se acepta la hipótesis nula.

4.2.3.5. Decisión e interpretación.

Según la regla de decisión, como el P-valor = 0.603 fue mayor al valor de significancia alfa 0.05, se aceptó la hipótesis nula, la cual indica que la proporción óptima de ámbar natural de ciprés no disminuye la plasticidad de la subrasante en la Av. San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021; o sea, hasta llegar al valor requerido de 10 %, según la norma.

4.2.4. CBR incorporando el 8 % de ámbar de ciprés

4.2.4.1. Planteamiento del problema.

- **H_o:** La proporción óptima de ámbar natural de ciprés no aumentará el soporte en la subrasante de la Av. San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021.
- **H_a:** La proporción óptima de ámbar natural de ciprés aumentará el soporte en la subrasante de la Av. San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021.

4.2.4.2. Nivel de significancia.

Para los análisis estadísticos del presente estudio es 0.05.

4.2.4.3. Análisis de varianza.

Para comparar el nivel de significancia con el P-valor, primero se analizó la varianza para conocer el P-valor, con ayuda del programa SPSS. Los valores obtenidos se muestran en la Tabla 39.

Tabla 39. Cálculo de P-valor y media.

P-valor				
CBR de la subrasante agregando el 8% de ámbar de ciprés	Valor de prueba = 6 %			
	T	Gl	Sig. (p-valor)	Media
	6.215	2	0.025	10.2733

Según lo realizado, el P-valor fue 0.025.

4.2.4.4. Reglas para tomar decisiones.

- Si la probabilidad es < 0.05 : se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alternativa.
- Si la probabilidad es > 0.05 : se acepta la hipótesis nula.

4.2.4.5. Decisión e interpretación.

Según la regla de decisión, como el P-valor = 0.025 fue inferior al valor de significativa alfa 0.05, se tuvo que rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa. Esta indica que la proporción óptima de ámbar natural de ciprés aumenta la capacidad de soporte en la subrasante de la Av. San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021.

4.3. Discusión de resultados

Teniendo el resultado de los ensayos de laboratorio acerca de las propiedades del suelo analizado, y la información consignada en las tablas y figuras, se puede afirmar lo siguiente:

PO: El principal objetivo fue definir la influencia del ámbar natural de ciprés sobre las propiedades mecánicas y físicas en la subrasante de la Av. San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021.

Durante la investigación, se obtuvieron buenos resultados en cuanto a límites de consistencia, máxima densidad y CBR al 100 %, con reducción significativa del índice de plasticidad, y aumento de la MDS y de la capacidad de soporte en las tres calicatas ensayadas. A medida

que se incorporó una proporción mayor de ámbar natural de ciprés los resultados fueron cada vez mejores, hasta alcanzar la proporción de 8 %. Cuando se llegó al 10 %, los resultados cayeron, por lo que puede deducirse que el ámbar de ciprés influyó de manera positiva en las propiedades de los suelos.

Estos resultados guardan relación con el trabajo de Gutiérrez (16), quien en su investigación de pregrado obtuvo resultados óptimos en cuanto a densidad, con valores para SN, SN + 1.50 %, SN + 3 % y SN + 6 %, de 1.949 gr/ [cm] ³ , 1.953 gr/ [cm] ³ , 1.967 gr/ [cm] ³ y 1.981gr/ [cm] ³, respectivamente. En cuanto al CBR (100 % MDS) 1.0" para SN, SN + 1.50 %, SN + 3 % y SN + 6 %, se registró 5.40 %, 9.40 %, 15.10 % y 16.70%. De esa manera, el investigador concluyó que para una buena estabilización de la subrasante era necesario agregar 6 % de resina de ciprés. Esto, debido a que tuvo como resultados para densidad seca máxima = 1.981 gr/ [cm] ³; de humedad, 7.41 %; límite de liquidez de 38 %, de plasticidad, 21 %; de IP, 17 %; y un CBR (100 %) de 16.70 % (16).

OE1: Este objetivo específico estuvo orientado a determinar las características mecánicas y físicas de la subrasante de una trocha carrozable de la Avenida San Martín - Circunvalación Segundo Anillo, lográndose obtener resultados exitosos.

Siguiendo las directivas del manual de ensayos de materiales, se hallaron índices de plasticidad en la C-1 de SN = 14.80 %, en la C-2 SN = 12.45 % y en la C-3 SN = 14.37 %; en máxima densidad seca, en la C-1 SN = 1.84 gr/cm³, en la C-2 SN = 1.59 gr/cm³ y en la C-3 SN = 1.69 gr/cm³; en capacidad de soporte CBR (100 % MDS), en la C-1 SN = 5.90 %, en la C-2 SN = 6.70 % y en la C-3 SN = 6.50 %; con lo cual puede afirmarse que la subrasante no pavimentada pertenece a una categoría Insuficiente-regular.

Los anteriores resultados están muy relacionados con lo encontrado por Tunque (85), quien logró estabilizar una subrasante aplicando resina pino natural al 1 %, 2 % y 4 %, en una trocha carrozable de la comunidad Mayupata de San Pablo (Cusco). Tras los ensayos, la MDS varió en un rango de 1.775 gr/cm³ a 1.801 g/cm³. En la calicata 2 se alcanzó un CBR de 7.90 % y una MDS de 1.775 g/cm³, así como humedad de 14.25 % y un IP de 4.93 %. En conclusión, se logró la estabilización de la subrasante en suelo blando con la incorporación de 4 % de resina de pino natural. La DMS llegó a 1.801 gr/cm³; en contenido de humedad, 12.27 %; en límite líquido, 21.29 %; en LP, 17.29 %; y el CBR alcanzó a 0.1" de penetración un valor de 19.90 % (85).

OE2: Este objetivo estuvo orientado a definir la proporción óptima de ámbar ciprés natural para disminuir el índice de plasticidad de la subrasante en la Avenida San Martín -

Circunvalación, Segundo Anillo, lográndose resultados exitosos tras la adición de 8 % de ámbar de ciprés.

Lo hallado en esta investigación está muy relacionado con lo obtenido por Romero (86), en su análisis de costo y calidad del uso de estabilizadores en una subrasante de la trocha carrozable Ichupampa - Lari, provincia de Caylloma - Arequipa, con la reducción del índice de plasticidad de 10.3 % al 9.4 %. Este valor demostró que el estabilizador Perma Zyme 22X actuó como catalizador en la reducción de espacios vacíos para lograr un suelo compacto. Con los ensayos de Proctor modificado aumentó la densidad máxima seca (DMS) de 2.124 gr/cm³ a 2.133 gr/cm³; es decir, se logró impermeabilizar todo el material que tenía porcentajes de arcilla. Las pruebas realizadas en laboratorio LAB CONSLT de control de calidad en obras civiles, demostraron que había una tendencia a mejorar las propiedades iniciales del suelo con el aumento de CBR, de 5.8 % a 16.5 %; es decir, que se tenía una subrasante buena según la Tabla 2.5 del MTC (86).

OE3: Este objetivo específico tenía como fin determinar la proporción óptima de ámbar natural de ciprés para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en la Avenida San Martín - Segundo Anillo, lográndose establecer que el porcentaje idóneo era 8 %.

Estos resultados se relacionan a los obtenidos por Ciriaco y Villalaz (87), quienes al analizar la capacidad de soporte de un suelo arcilloso con aplicación de ceniza de madera en una subrasante, en Carabayllo 2021, con la aplicación de SUCS se identificó a dicho suelo como CL; con AASTHO, un suelo de tipo A-6. Asimismo, se encontró un IP de 16 %; y una humedad de 8 %. Además, con la incorporación de 10 % de ceniza madera (CM), la MDS llegó a 1.735 g/cm³ y a una humedad de 10 %; con aplicación de 12.2 % de CM, la MDS alcanzó 1.931 g/cm³. El CBR aumentó a 20.2 %, en el rango de 13.3 % y 40.8 %, con una mezcla de 30 % de CM; sobre la muestra natural, sin incorporación de CM alguna. Con relación al ángulo de fricción interna y cohesión, con la aplicación de ceniza de madera se registró una disminución en los valores. De esa manera, los investigadores concluyeron que la aplicación de CM no garantizaba el incremento de la capacidad de soporte de la subrasante, no obstante a las mejoras registradas en MDS, HO y CBR, con aplicación de 10 % de ceniza de madera; y los bajos índices de cohesión y ángulo de fricción interna (87).

CONCLUSIONES

Primera: La incorporación de un 8 % ámbar natural de ciprés a un suelo natural influye en forma significativa y mejora en sus propiedades físicas y mecánicas, tal como quedó evidenciado en los siguientes resultados: en IP, en la C-1, SN + 8% = 11.05 %; en la C-2, SN + 8 % = 8.09 %; y en la C-3, SN + 8 % = 11.08 %. Con respecto a MDS, en la C-1, SN + 8 % = 1.98 gr/cm³; en la C-2, SN + 8 % = 1.71 gr/cm³; y en la C-3, SN + 8 % = 1.98 gr/cm³. En cuanto al CBR(100 % MDS), en la C-1, SN + 8 % = 12.30 %; en la C-2, SN + 8 % = 13.20 %; y en la C-3, SN + 8 % = 12 %. Con estos índices, puede afirmarse que la subrasante no pavimentada se estabilizo de una categoría insuficiente-regular a buena.

Segunda: Se logró determinar las características físico-mecánicas de la subrasante, siguiendo las indicaciones del manual de ensayos de materiales para asegurar la obtención de resultados fidedignos. Así, para el IP se tuvo en la C-1, SN = 14.80 %; en la C-2, SN = 12.45 %; y en la C-3, SN = 14.37 %. Con respecto a MDS, se halló en la C-1, SN = 1.84 gr/cm³; en la C-2, SN = 1.59 gr/cm³; y en la C-3, SN = 1.69 gr/cm³. En relación con CBR (100 % MDS), se encontró en la C-1, SN = 5.90 %; en la C-2, SN = 6.70 %; y en la C-3, SN = 6.50 %; lo cual permite concluir que la subrasante no pavimentada era de categoría insuficiente-regular.

Tercera: Se concluye que, para una reducción significativa del IP, la proporción óptima de ámbar natural en cada una de las calicatas fue al 8 %; lográndose en la C-1, 11.05 %; en la

C-2, 8.90 %; y en la C-3, 11.08 %, lo es muy favorable para una subrasante de trocha carrozable, en el presente caso, de la Av. San Martín.

Cuarta: Se concluye que, para aumentar el CBR (100 % MDS) en forma significativa, se requirió la adición de 8 % de ámbar natural de ciprés en cada una de las calicatas analizadas. De esa manera, en C-1 se tuvo 12.30 %; en la C-2, 13.20 %; y en la C-3, 12 %; lo cual indica que, según sus propiedades, el suelo (subrasante) era apto para realizar proyectos de pavimentación rígido o flexible en la zona intervenida.

RECOMENDACIONES

Primera: Para realizar algún proyecto de pavimentación se recomienda estabilizar una subrasante agregando un 8 % de ámbar de ciprés para obtener resultados favorables. Además de ser natural y estar disponible en la zona, el ámbar de ciprés aporta considerablemente a las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante.

Segunda: Se recomienda realizar cada uno de los ensayos relacionados al tema siguiendo las NTP, ASTM y el *Manual de Ensayos de Materiales*, para evitar distorsiones en cuanto a los resultados.

Tercero: Se recomienda agregar 8 % de ámbar de ciprés para reducir en forma significativa de IP en cada una de las calicatas, con resultados en la C-1 de 14.8 % a 11.05 %; en la C-2, de 12.45 % a 8.90 %; y en la C-3, de 14.37 % a 11.08 %. Asimismo, en futuros trabajos de investigación, se recomienda analizar otras proporciones de resina de ciprés, para tener un mayor conocimiento de este material natural en la subrasante de la zona.

Cuarto: Para aumentar la capacidad de soporte, se recomienda adicionar un 8 % de ámbar de ciprés, con el que se obtuvo en la C-1, entre 5.90 % y 12.30 %; en la C-2, entre 6.70 % y 13.20 %; y en la C-3, entre 6.50 % y 12 %. Esto, con el fin de estabilizar la subrasante de la vía en estudio.

Quinto: Se recomienda realizar el IMDa para identificar la cantidad de calicatas por realizar en una vía de estudio, en posteriores diseños de proyectos de pavimentación en zonas urbanas.

Sexto: se recomienda a los futuros investigadores realizar estabilizaciones en caminos y carreteras con materiales naturales como ámbar natural, y aplicarlos en diferentes tipos de suelos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Anuario estadístico 2020 [en línea]. 2022 [consulta: 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1928607/Anuario%20Estad%20C3%ADstico%202020.pdf?v=1622829489>
2. Sánchez L, Suárez J. UBI - Detéctalo (Proyecto de grado). Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana [en línea]; 2015 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/39360/UBI.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
3. Ministerio del Ambiente (MINAM). La ruta hacia el crecimiento verde (2011-2016). Hacia un modelo de crecimiento económico ambientalmente sostenible [en línea]. Lima: Autor; 2016 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/informessectoriales/wp-content/uploads/sites/112/2016/06/La-Ruta-hacia-el-Crecimiento-Verde.pdf>
4. Choque M. Diagnóstico ambiental regional (DAR) Puno [en línea]. Puno: Gobierno Regional de Puno; 2012 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/1307.pdf>
5. Hernández R. Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill, Interamericana Editores; 2019.
6. Herrera M, Palomino G. Resinas de intercambio iónico: desarrollo tecnológico aplicado para la eliminación de olor del metanol puro. Tecnología, Ciencia y educación [en línea], Vol. 27, 1; 2012 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/482/48224413005.pdf>
7. Nesterenko D. Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú [tesis de maestría]. Lima: Universidad de Piura [en línea]; 2018 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3474/MAS_ICIV-L_043.pdf?sequence=2&isAllowed=y
8. Ramos JD, Lozano JP. Estabilización de suelo mediante aditivos alternativos [tesis de grado]. Bogotá: Universidad Católica de Colombia [en línea]; 2019 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24277/1/ESTABILIZACION%20DE%20SUELO%20MEDIANTE%20ADITIVOS%20ALTERNATIVOS%20CORREGIDO%20FINAL%202.0.pdf>

9. Pico JC. Análisis comparativo de la estabilización de la subrasante de la vía entre las comunidades de Teligote y Masabachos de la Parroquia Benítez, Cantón San Pedro de Pelileo, con cal y cloruro de sodio para realizar el diseño de pavimentos de la misma [tesis de grado]. Ambato: Universidad Técnica de Ambato [en línea]; 2016 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/24050>
10. Hidalgo D. Análisis comparativo de los procesos de estabilización de suelo con enzimas orgánicas y suelo-cemento, aplicado a suelos arcillosos de subrasante [tesis de licenciatura]. Ambato: Universidad Técnica de Ambato; 2016 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24610/1/Tesis%201090%20-%20Hidalgo%20Benavides%20Deivys%20Ismael.pdf>
11. Quilambaqui A. Evaluación del diseño vial urbano utilizando resinas orgánicas para aumentar la capacidad soportante de la estructura de la vía [tesis de maestría]. Cuenca: Universidad de Cuenca [en línea]; 2017 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28359/1/Trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n.pdf> .
12. Lozano E, Ruiz José, Alfonso J. Análisis del mejoramiento de un suelo de subrasante con un aditivo orgánico [tesis de grado]. Bogotá: Universidad Católica de Colombia [en líneas]; 2015 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2977/4/TESIS%20-An%a1lisis-mejoramiento-suelo-de-subrasante-con-aditivo-org%a1nico.pdf>
13. Pareja B. Estabilización de subrasante con adición de ceniza *schinus molle* en la trocha carrozable Yanakillca, provincia Antabamba, Apurímac - 2022 [tesis de grado]. Lima: Universidad César Vallejo (UCV); 2022 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/87709>
14. Lomparte J, Sánchez D. Estabilización de la superficie de rodadura mediante el uso de polímero en emulsión vinilo acrílico en la carretera no pavimentada al Centro Poblado Tangay - Nuevo Chimbote – Santa [tesis de licenciatura]. Nuevo Chimbote: Universidad

- Nacional del Santa [en línea]; 2019 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3217/48929.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
15. Peñalva Z, Ascue G, Gómez GA. Mejoramiento de la capacidad de resistencia del suelo utilizando colofonia de pino en la subrasante del pavimento de la calle 11 abril en la ciudad de Izcuchaca de la provincia de Anta, región Cusco [tesis de grado]. Cusco: Universidad Alas Peruanas (UAP) [en línea]; 2018 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uap.edu.pe/jspui/handle/20.500.12990/9255>
 16. Gutiérrez E. Estabilización de la subrasante en vías no pavimentadas con resina de ciprés, trocha carrozable Tiquiña, Checacupe, Cusco 2021 [tesis de licenciatura]. Lima: Universidad César Vallejo (UCV) [en línea]; 2021 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65354>
 17. More S, Ydrogo E. Estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Cacatachi - Chirapa, 2019 [tesis de licenciatura]. Lima: Universidad Cesar Vallejo (UCV) [en línea]; 2019 (acceso el 5 de noviembre de 2022). Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46162>
 18. Alvarado G, Brenes J, Brenes J. La presencia de ámbar y subámbar (copal) en Costa Rica: El caso de San Cristóbal de Savegre. San José: Revista Geológica de América Central [en línea]; 2013 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rgac/n49/a05n49.pdf>
 19. Asturnaura.com. Ámbar [en línea]; 2022 [acceso el 26 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.asturnatura.com/mineral/ambar/2766.html>
 20. Salgado R. Ámbar: una resina fosilizada de árboles prehistóricos. Cienciarío. Todo visto desde la ciencia [en línea]; 2021 [acceso el 11 de noviembre de 2022]. Disponible en: <http://www.cienciarío.net/ambar-una-resina-fosilizada-de-arboles-prehistoricos/>
 21. Juárez V. Correlación entre variables físicas y químicas para la determinación del nivel de fertilidad de suelos cultivados con banano en el Valle del Chira – Piura [tesis de licenciatura]. Piura: Universidad Nacional de Piura [en línea]; 2018 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1295/AGR-VIC-HUG-18.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

22. Duarte M, Rojas H. Obtención del límite líquido y límite plástico usando el penetrómetro de cono de caída, considerando los diferentes conos existentes en la literatura para un suelo bentónico [tesis de licenciatura]. Bogotá: Universidad Católica de Colombia [en línea]; 2017 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15200/1/OBTENCI%C3%93N%20EL%20L%C3%8DMITE%20L%C3%8DQUIDO%20Y%20L%C3%8DMITE%20PL%C3%81STICO%20USANDO%20EL%20PENETR%C3%93METRO%20DE%20CONO%20E%20CA%C3%8DDA%2C%20CONSIDERA.pdf>
23. Chalco C, Ordóñez C, Varón L. Clasificación de la fracción fina de materiales provenientes de cantera aledañas a Bogotá, a partir de su valor de azul de metileno y su relacion con la clasificación por el sistema unificado y sistema AASHTO [tesis de licenciatura]. Bogotá: Universidad Católica de Colombia [en línea]; 2016 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <http://bibliotecavirtualoducal.uc.cl:8081/handle/10983/13923?show=full>
24. Sánchez NL. Granulometría de suelos [en línea]; 2013 [acceso el 26 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://civilgeeks.com/2013/11/25/granulometria-suelos-ing-nestor-luis-sanchez/>
25. Saquinga B. Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Cevallos - Mocha en el tramo km 4+960 hasta km 9+920 de la provincia de Tungurahua [tesis de licenciatura]. Ambato: Universidad Técnica de Ambato [en línea]; 2019 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29939>
26. Ortiz JA; 2015. Análisis granulométrico de los áridos [en línea]. Disponible en: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6163/11Jaol11de15.pdf?sequence=11&isAll owed=y>
27. Estaire J, Santana M. Determinación del contenido mínimo en finos con influencia en el hinchamiento de las gravas arcillosas. Revista Digital del Cedex [en línea]; 2018 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <http://ingenieriacivil.cedex.es/index.php/ingenieria-civil/article/view/1388>
28. Dene328. Muchas piedras pequeñas y grises. iStock [en línea]; 2017 [acceso el 19 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.istockphoto.com/es/foto/muchas-piedras-peque%C3%B1as-y-grises-gm855891554-140964297>

29. Martínez OM, Díaz J, Villasmil M. La naturaleza del impuesto de avisos y tableros como impuesto que grava otro impuesto. *Revista Academia & Derecho* [en línea], 8(14), pp. 335-354; 2017 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/academia/article/view/1497>
30. Briones M. Zonificación mediante el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) y la capacidad portante del suelo, para viviendas unifamiliares en la expansión urbana del anexo Lucmacucho Alto - Sector Lucmacucho, distrito de Cajamarca [tesis de licenciatura]. Cajamarca: Universidad Privada del Norte [en línea]; 2015 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/6679/Briones%20Alva%2cMar%2c3%ada%20Em%2c3%a9rita%20%20Irigoin%20Gonzales%2c%20Nelson%20Ulises.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
31. Comercializadora Nuevo Porvenir. Arena de río - Palada (arena) [en línea]; 2022 [acceso el 19 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://nuevoporvenir.com/product/arena-de-río-palada-arena-2/>
32. Academic. Limo [en línea]; 2021 [acceso el 19 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://es-academic.com/dic.nsf/eswiki/72729533>.
33. García R, Flórez R, Medina Y. Caracterización física de las arcillas utilizadas en la fabricación de productos de mampostería para la construcción en Ocaña Norte de Santander (Colombia). *Revista Espacios* [en línea], 39(53); 2016 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <http://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-06.pdf>
34. Alvarado SC, Baquero ME. Calibración de cono miniatura de laboratorio para determinar el límite líquido de los suelos [tesis de licenciatura]. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello [en línea]; 2011 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAS0653.pdf>
35. Crespo C. *Mecánica de suelos y cimentaciones* (5ª ed.) [en línea]. México: Limusa; 2004 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>

36. Zea NL. Caracterización de las arcillas para la fabricación de ladrillos artesanales [en línea]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2005 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2549_C.pdf
37. Cuadros CM. Mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio - 2016 [tesis de licenciatura]. Huancayo: Universidad Peruana los Andes (UPLA) [en línea]; 2017 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/297/Cadros%20Surichaq%20Claudia%20Maria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
38. Aguirre JJ, Prado M. Estabilización de la subrasante en la vía Cuicocha - Apuela del km 32 al km 38, Cantón Cotacachi, provincia de Imbabura, utilizando el sistema Consolid [tesis de licenciatura]. Quito: Pontificia Universidad del Ecuador [en línea]; 2012 [acceso el 11 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://docplayer.es/24444400-Pontificia-universidad-catolica-del-ecuador-facultad-de-ingenieria-escuela-de-civil-disertacion-previa-a-la-obtencion-del-titulo-de-ingeniero-civil.html>
39. Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC). Manual de carreteras. Suelos geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimento [en línea]. 2014 [acceso el 19 de octubre de 2022]. Disponible en https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf
40. Majumder M, Gosh P. Screening of train-induced vibration with open trench. A numerical study. IACMAG Symposium 2019 [en línea]; 2019 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/338591082_Screening_of_Train-Induced_Vibration_with_Open_Trench-A_Numerical_Study/link/5e440e3d458515072d96b4fd/download

41. Ghorbani B, Arulrajah A, Narsilio G, Horpibulsuk S, Win Bo M. Desarrollo de modelos genéticos para predecir el módulo resiliente de suelos de subrasante de pavimento cohesivo. *Suelos y Fundaciones* [en línea], 60(2), pp. 1-15; 2020 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003808062033554X>
42. Ospina MA, Chaves SB, Jiménez LM. Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero. 1, Cajicá, Colombia: *Rev. Investig. Desarro. Innov.* [en línea], 11(1), pp. 185-196; 2020 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: https://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion_uitama/article/view/11692/9755
43. Ola M, Goyal S. Improvement of Clayey Subgrade by Adding Kota Stone a Review. *International Journal of Technical Research* [en línea], 5(1), pp. 147-149; 2016 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3qMMu6a>.
44. Ocón J. Influencia del índice plástico en el contenido óptimo de humedad en suelos arcillosos [tesis de licenciatura]. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca [en línea]; 2013 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/688/T%20631.4%20O17%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
45. Chávarry C, Figueroa R, Reynaga R. Estabilización química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas. *Polo del Conocimiento* [en línea], 5(6), pp. 40-69; 2020 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7518100>
46. Geotecnia Fácil. Límites de Atterberg. Definición e interpretación [en línea]; 2022 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://geotecniafacil.com/limites-de-atterberg/>
47. Junco J, Tejeda E. Consideraciones acerca de la actividad de las arcillas en la estabilización de suelos con sales cuaternarias de amonio. *Revista de Arquitectura e Ingeniería* [en línea], 7(3), pp. 1-12; 2013 [acceso el 3 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1939/193930080004.pdf>
48. Guerrero C, Cruz LG. Estudio experimental de clasificación de suelos derivados de cenizas volcánicas en el suroccidente colombiano con el método SUCS, el AASHTO y un nuevo método de clasificación de suelos. *Ingeniería y Desarrollo* [en línea], 36(2), pp.

- 378-397; 2018 [acceso el 2 de noviembre de 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v36n2/2145-9371-inde-36-02-378.pdf>
49. Caro W. Capacidad portante de los suelos de fundación con fines de cimentación mediante ensayos de corte directo y DPL en la ciudad de Llacanora - Cajamarca [tesis de licenciatura]. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca [en línea]; 2018 [acceso el 1 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2530>
50. Budhu M. Soil Mechanics and Foundations. Florida, FL: General & Introductory Civil Engineering & Construction; 2010.
51. Camacho JF, Molina FA, Reyes OJ. Preparación de especímenes de arena para ensayos triaxiales mediante un método controlado de compactación. Revista Científica General José María Córdova [en línea], 12(14), pp. 185-196; 2014 [acceso el 31 de octubre de 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/recig/v12n14/v12n14a11.pdf>
52. Romero MA, Bohórquez YS. Método y equipos de compactación de suelos [en línea]; 2012 [acceso el 19 de octubre de 2022]. Disponible en: https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/3390/Metodos_equipos_compactaci%C3%B3n%20_suelos.pdf?sequence=1&isAllowed=y
53. Chirinos J. Efecto de la energía de compactación en la densidad seca máxima y contenido óptimo de humedad del suelo granular de la cantera El Gavilán, 2015 [tesis de licenciatura]. Cajamarca: Universidad Privada del Norte (UPN) [en línea]; 2016 [acceso el 17 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10377/Chirinos%20Quispe%20Juan%20Carlos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
54. Revolorio FJC. Incidencia de resultados del ensayo Proctor por la influencia de clima, humedad, equipo y superficie de base de compactación durante su desarrollo [tesis de licenciatura]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala [en línea]; 2013 [acceso el 19 de octubre de 2022]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3624_C.pdf
56. Katte V, Souleyman M, Ludovic A. Correlation of California Bearing Ratio (CBR). Value with Soil Properties of Road Subgrade Soil. Geotechnical and Geological Engineering [en línea], 37(4); 2019 [acceso el 19 de octubre de 2022]. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/325910527_Correlation_of_California_Bearing_Ratio_CBR_Value_with_Soil_Properties_of_Road_Subgrade_Soil

57. Jaritngam S, Swasdi S, Tonnayopas D, Thongchim P. Improvement for Subsoil by Cement Column - A Case Study in Thailand [en línea]; 2022 [acceso el 11 de noviembre de 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/figure/California-Bearing-Ratio-test-of-soil-cement-sample_fig3_242400499
58. Paudel K, Prasad A, Bahadur D. Nepal Correlation of California Bearing Ratio with Index Properties of Sub-Grade Soil: A Case Study On Thankot Chitlang Road Section. Proceedings of IOE Graduate Conference, 7, pp. 85-89: 2019.
59. Yideti T, Birgisson B, Jelagin D, Influence of aggregate packing structure on California bearing ratio values of unbound granular materials. Road Materials and Pavement Design [en línea], 15(1), pp. 102-113; 2014 [acceso el 15 de octubre de 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/260488116_Influence_of_aggregate_packing_structure_on_California_bearing_ratio_values_of_unbound_granular_materials
60. Mohod MV, Kadam K, Amravati A. Comparative Study on Rigid and Flexible Pavement: A Review. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE) [en línea], 13, pp. 84-88; 2016 [acceso el 20 de octubre de 2022]. Disponible en: https://www.academia.edu/27170074/A_Comparative_Study_on_Rigid_and_Flexible_Pavement_A_Review
61. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Caminos rurales: vías para la producción, la conectividad y el desarrollo territorial 2020. Facilitación, Comercio y Logística. Boletín 377 [en línea], 1; 2020 [acceso el 15 de octubre de 2022]. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45781/1/S2000418_es.pdf
62. Lim SM et al. Critical Review of Innovative Soil Road Stabilization Techniques. International Journal of Engineering and Advanced Technology [en línea], 3, pp. 204-211; 2014 [acceso el 19 de octubre de 2022]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/283616538_Critical_Review_of_Innovative_Soil_Road_Stabilization_Techniques
63. Brakel Construction Products (BCP). Soil Sement NF [en línea]; 2014 [acceso el 19 de octubre de 2022]. Disponible en: http://www.brakelcp.com/Soil_Sement_NF.html
64. Murthy GVLN, Kavya KVB, Venkata Krishna A, Ganesh B. Chemical Stabilization of Sub-Grade Soil with Gypsum and NaCl. International Journal of Advances in Engineering &

- Technology [en línea], 9(5), pp. 569-581.; 2016 [acceso el 19 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.ijaet.org/media/8135-IJAET0936201-v9-i5-pp569-581.pdf>
65. National Lime Association (LIME). Manual de estabilización de suelo tratado con cal [en línea]; 2014 [acceso el 17 de octubre de 2022]. Disponible en: https://www.lime.org/documents/publications/free_downloads/construct-manual-spanish2004.pdf
66. Higuera CH, Gómez JC, Pardo OE. Caracterización de un suelo arcilloso tratado con hidróxido de calcio. Revista de la Facultad de Ingeniería [en línea], 21(32), pp. 21-40; 2012 [acceso el 18 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/1431>
67. CALCINOR. Estabilización de suelos [en línea]; 2020 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.calcinor.com/es/calcinor/estabilizacion-de-suelos>
68. Quiroz J, Magaña M. Resinas naturales de especies vegetales mexicanas. Usos actuales y potenciales. Querétaro: Madera y Bosques [en líneas], 21(3); 2015 [acceso el 19 de octubre de 2022]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712015000300013
69. Allbiz. Resina sintética [en línea]; 2020 [acceso el 20 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://ec.all.biz/resina-sintetica-g9783>
70. Boixader D. Cómo mitigar los efectos de las arcillas expansivas. Estructurando [Blog en internet]; 2016 [acceso el 17 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://estructurando.net/2016/11/07/como-mitigar-los-efectos-de-las-arcillas-expansivas/>
71. Pavimentos. Elementos de la estructura del pavimento [en línea]; 2013 [acceso el 17 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://libro-pavimentos.blogspot.com/2013/02/elementos-de-la-estructura-de-pavimento.html>
72. Wikipedia. Granulometría [en línea]; 2021 [acceso el 15 de octubre de 2022]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Curva_granulom%C3%A9trica
73. Diccionario de Geotecnia. Límites de consistencia [en línea]; 2020 [acceso el 15 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.diccionario.geotecnia.online/palabra/limites-de-consistencia/>

74. LC Web. Ensayo de compactación. Proctor modificado [en línea]; 2015 [acceso el 22 de octubre de 2022]. Disponible en: http://www2.caminos.upm.es/departamentos/ict/lcweb/ensayos_suelos/proctor_modificado.html
75. Tamayo M. El proceso de la investigación científica (4ª ed.) [en línea]. México: Limusa; 2016 [acceso el 17 de octubre de 2022]. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/227860/El_proceso_de_la_investigacion_cientifica_Mario_Tamayo.pdf
76. Hernández R. Metodología de la investigación [en línea]. México: McGraw-Hill, Interamericana Editores; 2019 [acceso el 22 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
77. Sánchez H, Reyes C, Mejía K. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística [en línea]. Lima: Universidad Ricardo Palma; 2018 [acceso el 15 de octubre de 2022]. Disponible: <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>
78. Toledo N. Población y muestra [en línea]. México D.F.: Universidad Autónoma de México (UNAM); 2016 [acceso el 19 de octubre de 2022]. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/63099/secme-26877.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
79. ASTM D 4318. Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos [en línea]; 2005 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://ensayosdelaboratoriosuelos.files.wordpress.com/2015/12/traduccic3b3n-astm-d4318.pdf>
80. NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos [en línea]. Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC); 1999 [acceso el 10 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-piura/mecanica-de-suelos/ntp-339129-limites-de-plasticidad/19842015>
81. MTC E 108.2000. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo [en línea]. Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC); 2000 [acceso el 14 de junio de 2022]. Disponible en:

<https://es.scribd.com/document/179619233/Mtc-e-108-2000-Metodo-e-Ensayo-Para-Determinar-El-Contenido-de-Humedad-de-Un-Suelo>

82. ASTM D 1557. Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (56,000 pie-lb/pie³ o 2,700 kN-m/m³) (Proctor modificado) [en línea]; 2006 [acceso el 19 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/gilmerjac/proctor-modificado-astm-d1557>
83. NTP 400.12. Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global [en línea]; 2001 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: https://nanopdf.com/download/norma-tecnica-ntp-400012-peruana-2001-agregados_pdf
84. De Souza AC, Costa NM, De Brito E. Psychometric properties in instruments evaluation of reliability and validity. *Epidemiol Serv Saude* [en línea], 26(3), pp. 649-659; 2017 [acceso el 5 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28977189/>
85. Tunque FA. Estabilización de subrasantes blandos empleando resina natural de pino, trocha carrozable Mayupata, San Pablo, Cusco 2021 [tesis de grado]. Lima: Universidad César Vallejo (UCV) [en línea]; 2021 [acceso el 10 de junio de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/70768>
86. Romero RH. Análisis de costo y calidad del uso de estabilizadores de suelo en subrasante de la trocha carrozable Ichupampa - Lari, provincia de Caylloma – Arequipa [tesis de grado]. Arequipa: Universidad Alas Peruanas (UAP); 2019 [acceso el 17 de julio de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/5242>
87. Ciriaco MG, Villalaz RE. Análisis de la capacidad de soporte del suelo arcilloso agregando ceniza de madera a nivel del subrasante, Carabayllo, 2021 [tesis de grado]. Lima: Universidad César Vallejo (UCV) [en línea]; 2021 [acceso el 5 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85640>

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Influencia del ámbar natural de ciprés sobre las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante en la avenida San Martín – circunvalación segundo anillo, Juliaca 2021”						
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿De qué manera el ámbar natural de ciprés influye sobre las propiedades físicas-mecánicas de la subrasante en la Avenida San Martín – circunvalación segundo anillo, Juliaca 2021?	Determinar la influencia del ámbar natural de ciprés sobre las propiedades físicas-mecánicas de la subrasante en la Avenida San Martín – Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021.	La influencia del ámbar natural de ciprés mejorará las propiedades físicas-mecánicas de la subrasante en la Avenida San Martín – Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021.	V. Independiente V1: Ámbar natural de ciprés	Proporción de ámbar natural de ciprés	4.00% de ámbar natural de ciprés (Kg) 6.00% de ámbar natural de ciprés (Kg) 8.00% de ámbar natural de ciprés (Kg) 10.00% de ámbar natural de ciprés (Kg)	Tipo de Investigación Aplicada Nivel de Investigación Explicativo Diseño de investigación Experimental Gc (a): Y1 → X → Y2 Ge (a): Y3 → X' → Y4 Gc: Proporciones en %. Ge: Influencia de ámbar natural de ciprés en la subrasante de la trocha carrozable para luego determinar sus propiedades físicas y mecánicas.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos				
¿Como son las características físico-mecánicas de la subrasante en la Avenida San Martín – circunvalación segundo anillo, Juliaca 2021?	Determinar las características físico-mecánicas de la subrasante en la Avenida San Martín – Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021.	Las características físico-mecánicas de la subrasante en la Avenida San Martín – Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021, son deficientes caracterizando una subrasante pobre.	V. Dependiente V2: Propiedades física de la subrasante	Granulometría Límites de consistencia Densidad seca máxima	mm % g/cm3	Población Avenida San Martín – circunvalación segundo anillo, Juliaca. Muestra 3 calicatas en la Vía de Avenida San Martín de trocha carrozable.
¿Cuánto es la proporción óptima de ámbar natural de ciprés para reducir el índice de plasticidad de la subrasante en la Avenida San Martín – circunvalación segundo anillo, Juliaca 2021?	Determinar la proporción óptima de ámbar natural de ciprés para disminuir el índice de plasticidad de la subrasante en la Avenida San Martín – Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021.	La proporción óptima de ámbar natural de ciprés disminuirá el índice de plasticidad de la subrasante en la Avenida San Martín – Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021.	V2: Propiedades mecánicas de la subrasante	Contenido óptimo de humedad California Bearing Ratio	% %	Técnicas Recolección de muestras Ensayos de laboratorio Análisis de resultados Interpretación de resultados Recolección de datos preliminares Obtención de materiales
¿Cuánto es la proporción óptima de ámbar natural de ciprés para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en la Avenida San Martín – circunvalación segundo anillo, Juliaca 2021?	Determinar la proporción óptima de ámbar natural de ciprés para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante en la Avenida San Martín – Segundo Anillo, Juliaca 2021.	La proporción óptima de ámbar natural de ciprés aumentará la capacidad de soporte de la subrasante en la Avenida San Martín – Circunvalación Segundo Anillo, Juliaca 2021.				Instrumentos Herramientas de recolección de muestras Equipos y herramientas de laboratorio Software de análisis e interpretación de resultados Fichas de recolección de datos Cotización y obtención de materiales Formatos de campo

ANEXO 2. CONTEO DE AFORO VEHICULAR DE UNA SEMANA

CUADRO 1

DÍA: SABADO 2 DE OCTUBRE

CARRIL DERECHO															
HORAS	AUTOS	CAMIONETAS		COMBIS	2 EJES			3 EJES		4 EJES	5 EJES		6 EJES		TOTAL VEH.
		CMTAS	COMBIS RURAL		MINIBUS	OMNIBUS	CAMION	OMNIBUS	CAMION	OMNIBUS	SEMI TRAILER	SEMI TRAILER	SEMITRAILER	SEMITRAILER	
					B2	B2	C2	B3-1	C3	B4-1	T2S3	T3S2	T3S3	C4R2	
5:00 am-6:am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 am-7:am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 am-8:am	1	2	8	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
8:00 am-9:am	3	2	6	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	16
9:00 am-10:am	3	3	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
10:00 am-11:am	2	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
11:00 am-12:pm	3	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
12:00 pm-13:pm	3	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
13:00 pm-14:pm	1	1	7	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
14:00 pm-15:pm	2	1	5	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12
15:00 pm-16:pm	3	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
16:00 pm-17:pm	4	3	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
17:00 pm-18:pm	1	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
18:00 pm-19:pm	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
19:00 pm-20:pm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	27	17	48	0	26	0	0	0	2	0	0	0	0	0	120

CUADRO 2

DÍA: DOMINGO 3 DE OCTUBRE

CARRIL DERECHO															
HORAS	AUTOS	CAMIONETAS		COMBIS	2 EJES			3 EJES		4 EJES	5 EJES		6 EJES		TOTAL VEH.
		CMTAS	COMBIS RURAL		MINIBUS	OMNIBUS	CAMION	OMNIBUS	CAMION	OMNIBUS	SEMI TRAILER	SEMI TRAILER	SEMITRAILER	SEMITRAILER	
					B2	B2	C2	B3-1	C3	B4-1	T2S3	T3S2	T3S3	C4R2	
5:00 am-6:am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 am-7:am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
7:00 am-8:am	2	0	6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
8:00 am-9:am	1	1	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
9:00 am-10:am	1	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
10:00 am-11:am	2	1	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
11:00 am-12:pm	3	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
12:00 pm-13:pm	1	0	3	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	8
13:00 pm-14:pm	1	2	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
14:00 pm-15:pm	2	1	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
15:00 pm-16:pm	3	1	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
16:00 pm-17:pm	2	2	5	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	13
17:00 pm-18:pm	3	1	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
18:00 pm-19:pm	2	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
19:00 pm-20:pm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	23	10	44	0	32	0	0	0	3	0	0	0	0	0	112

CUADRO 3

DÍA: LUNES 4 DE OCTUBRE

CARRIL DERECHO															
HORAS	AUTOS	CAMIONETAS		COMBIS	2 EJES			3 EJES		4 EJES	5 EJES		6 EJES		TOTAL VEH.
		CMTAS	COMBIS RURAL		MINIBUS	OMNIBUS	CAMION	OMNIBUS	CAMION	OMNIBUS	SEMI TRAILER	SEMI TRAILER	SEMITRAILER	SEMITRAILER	
					B2	B2	C2	B3-1	C3	B4-1	T2S3	T3S2	T3S3	C4R2	
5:00 am-6:am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 am-7:am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 am-8:am	2	1	10	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	18
8:00 am-9:am	1	1	7	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
9:00 am-10:am	1	2	8	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
10:00 am-11:am	3	3	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
11:00 am-12:pm	3	1	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
12:00 pm-13:pm	1	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
13:00 pm-14:pm	1	0	5	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	9
14:00 pm-15:pm	4	4	6	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
15:00 pm-16:pm	3	2	5	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	14
16:00 pm-17:pm	5	3	4	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
17:00 pm-18:pm	2	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
18:00 pm-19:pm	1	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
19:00 pm-20:pm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	27	21	61	0	37	0	0	0	3	0	0	0	0	0	149

CUADRO 4

DÍA: MARTES 5 DE OCTUBRE

CARRIL DERECHO															
HORAS	AUTOS	CAMIONETAS		COMBIS	2 EJES			3 EJES		4 EJES	5 EJES		6 EJES		TOTAL VEH.
		CMTAS	COMBIS RURAL		MINIBUS	OMNIBUS	CAMION	OMNIBUS	CAMION	OMNIBUS	SEMI TRAILER	SEMI TRAILER	SEMI TRAILER	SEMI TRAILER	
					B2	B2	C2	B3-1	C3	B4-1	T2S3	T3S2	T3S3	C4R2	
5:00 am-6:am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 am-7:am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 am-8:am	2	1	4	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	11
8:00 am-9:am	1	2	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
9:00 am-10:am	3	3	3	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	14
10:00 am-11:am	2	2	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
11:00 am-12:pm	1	1	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
12:00 pm-13:pm	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
13:00 pm-14:pm	3	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
14:00 pm-15:pm	1	2	5	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12
15:00 pm-16:pm	4	1	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
16:00 pm-17:pm	5	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
17:00 pm-18:pm	3	2	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
18:00 pm-19:pm	1	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
19:00 pm-20:pm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	27	16	42	0	27	0	0	0	3	0	0	0	0	0	115

CUADRO 5

DÍA: MIÉRCOLES 6 DE OCTUBRE

CARRIL DERECHO															
HORAS	AUTOS	CAMIONETAS		COMBIS	2 EJES			3 EJES		4 EJES	5 EJES		6 EJES		TOTAL VEH.
		CMTAS	COMBIS RURAL		MINIBUS	OMNIBUS	CAMION	OMNIBUS	CAMION	OMNIBUS	SEMI TRAILER	SEMI TRAILER	SEMI TRAILER	SEMI TRAILER	
					B2	B2	C2	B3-1	C3	B4-1	T2S3	T3S2	T3S3	C4R2	
5:00 am-6:am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 am-7:am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 am-8:am	2	1	6	0	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0	14
8:00 am-9:am	1	2	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
9:00 am-10:am	3	1	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
10:00 am-11:am	2	1	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
11:00 am-12:pm	1	3	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
12:00 pm-13:pm	1	2	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7
13:00 pm-14:pm	0	1	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6
14:00 pm-15:pm	2	1	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
15:00 pm-16:pm	3	3	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
16:00 pm-17:pm	2	2	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
17:00 pm-18:pm	2	4	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
18:00 pm-19:pm	0	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
19:00 pm-20:pm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	19	23	42	0	32	0	0	0	4	0	0	0	0	0	120

CUADRO 6

DÍA: JUEVES 7 DE OCTUBRE

CARRIL DERECHO															
HORAS	AUTOS	CAMIONETAS		COMBIS	2 EJES			3 EJES		4 EJES	5 EJES		6 EJES		TOTAL VEH.
		CMTAS	COMBIS RURAL		MINIBUS	OMNIBUS	CAMION	OMNIBUS	CAMION	OMNIBUS	SEMI TRAILER	SEMI TRAILER	SEMITRAILER	SEMITRAILER	
					B2	B2	C2	B3-1	C3	B4-1	T2S3	T3S2	T3S3	C4R2	
5:00 am-6:am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 am-7:am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 am-8:am	2	1	7	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	14
8:00 am-9:am	3	4	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
9:00 am-10:am	3	3	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
10:00 am-11:am	4	2	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
11:00 am-12:pm	2	2	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
12:00 pm-13:pm	1	1	4	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	9
13:00 pm-14:pm	2	1	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
14:00 pm-15:pm	4	1	3	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12
15:00 pm-16:pm	5	3	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
16:00 pm-17:pm	3	4	6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
17:00 pm-18:pm	2	2	6	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
18:00 pm-19:pm	2	1	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
19:00 pm-20:pm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	33	25	56	0	34	0	0	0	3	0	0	0	0	0	151

CUADRO 7

DÍA: VIERNES 8 DE OCTUBRE

CARRIL DERECHO															
HORAS	AUTOS	CAMIONETAS		COMBIS	2 EJES			3 EJES		4 EJES	5 EJES		6 EJES		TOTAL VEH.
		CMTAS	COMBIS RURAL		MINIBUS	OMNIBUS	CAMION	OMNIBUS	CAMION	OMNIBUS	SEMI TRAILER	SEMI TRAILER	SEMITRAILER	SEMITRAILER	
					B2	B2	C2	B3-1	C3	B4-1	T2S3	T3S2	T3S3	C4R2	
5:00 am-6:am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00 am-7:am	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:00 am-8:am	3	1	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
8:00 am-9:am	2	3	5	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
9:00 am-10:am	1	2	4	0	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	11
10:00 am-11:am	5	1	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
11:00 am-12:pm	1	1	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
12:00 pm-13:pm	2	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
13:00 pm-14:pm	2	2	4	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	11
14:00 pm-15:pm	6	2	4	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	15
15:00 pm-16:pm	5	0	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
16:00 pm-17:pm	3	1	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
17:00 pm-18:pm	3	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
18:00 pm-19:pm	2	2	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
19:00 pm-20:pm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	35	16	42	0	36	0	0	0	3	0	0	0	0	0	132

ANEXO 3. PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 01: Realizando el conteo vehicular de la línea 4.



Fotografía 02: Realizando el conteo vehicular



Fotografía 03: Extracción de la resina de ciprés



Fotografía 04: Apertura de la calicata 02



Fotografía 05: Ensayo de límite de consistencia.



Fotografía 06: colocando el material al horno



Fotografía 07. Moldes y collarín de Proctor.

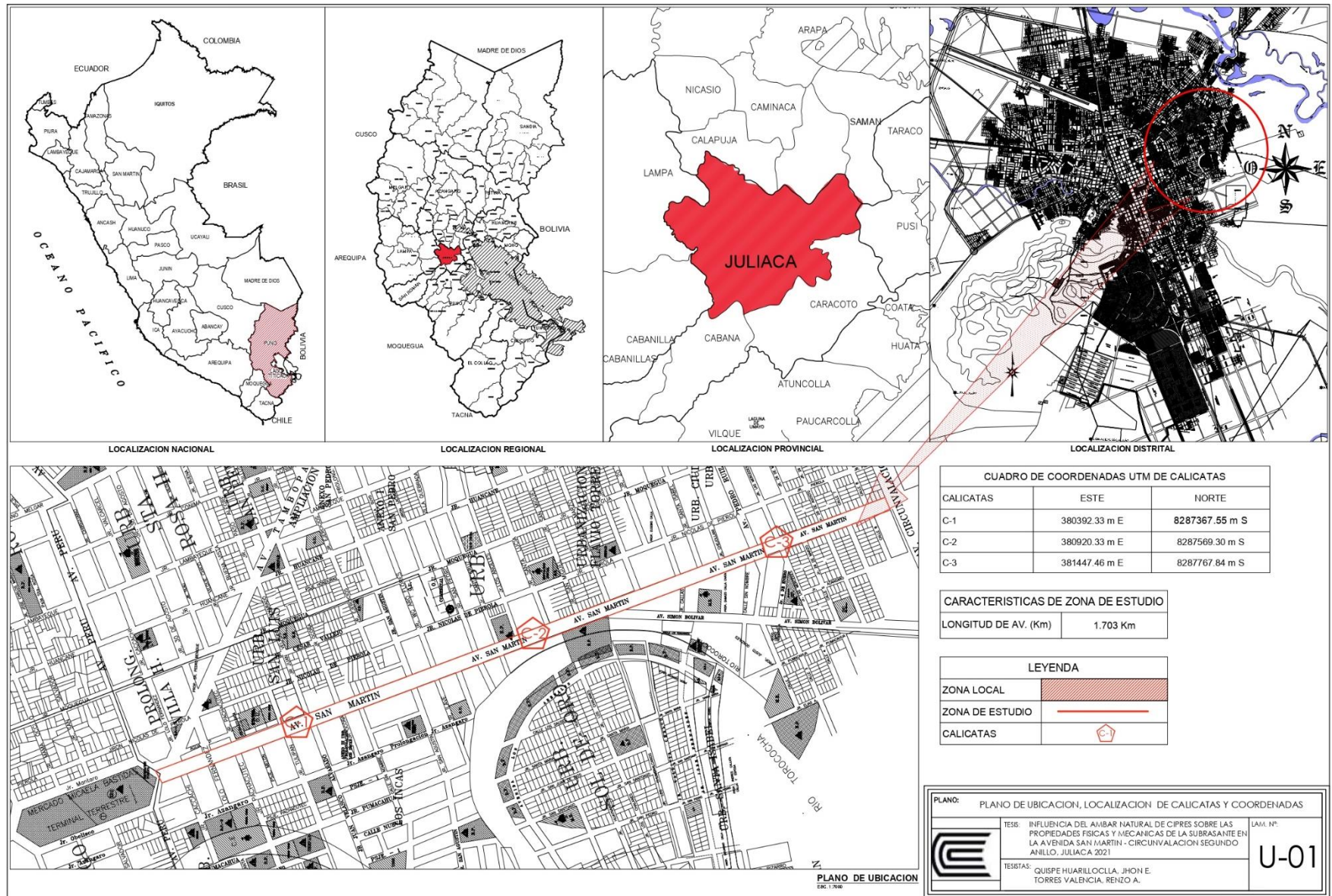


Fotografía 08: pesando el molde de Proctor



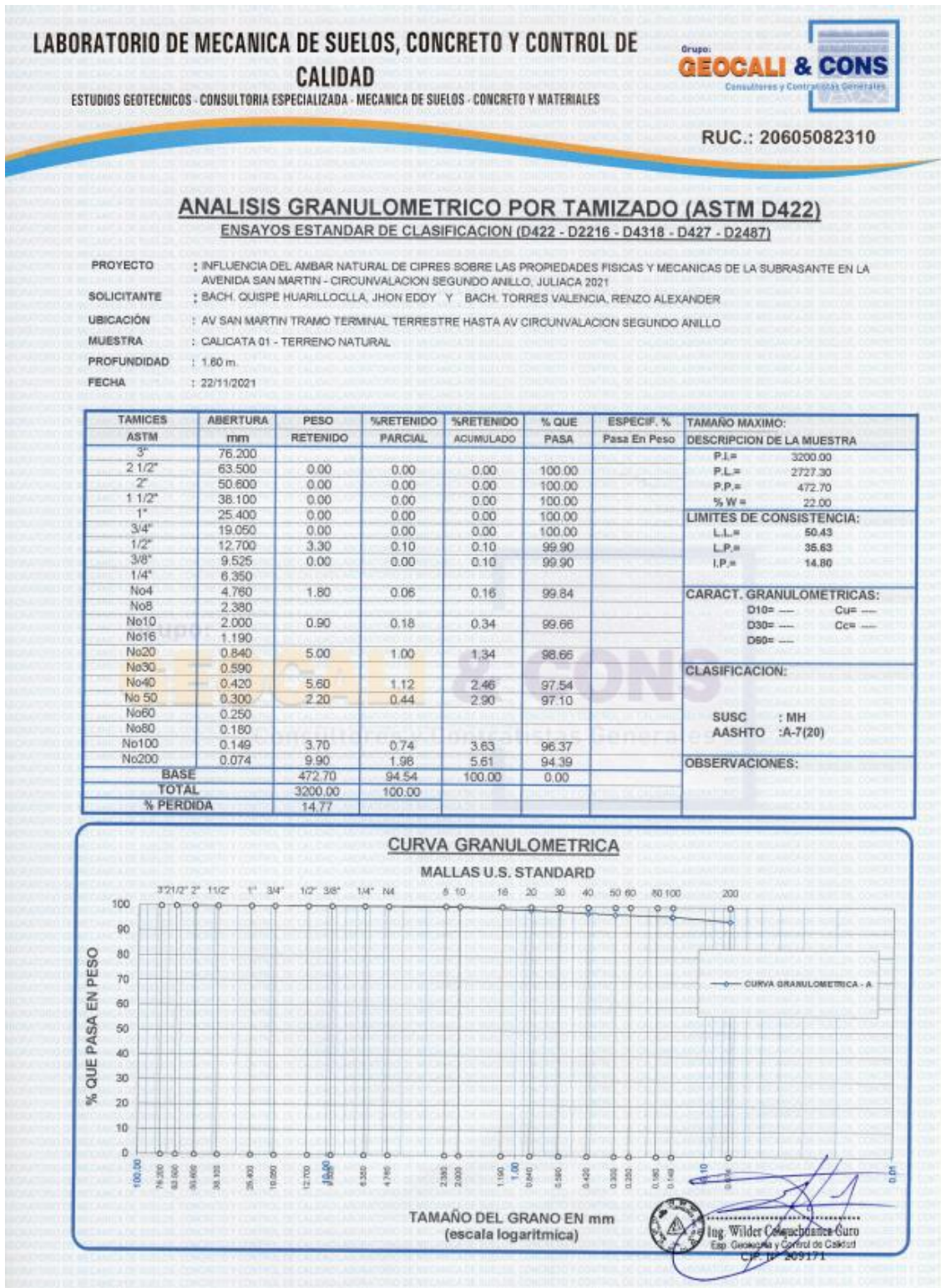
Fotografía 09: Ensayo de Proctor modificado

ANEXO 4. PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS



ANEXO 5. CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

- CALICATA 1



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021
SOLICITANTE : BACH. QUISPE HUARILLOCLA, JHON EDDY Y BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER
UBICACIÓN : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO
MUESTRA : CALICATA 01 - TERRENO NATURAL
PROFUNDIDAD : 1.60 m
FECHA : 22/11/2021

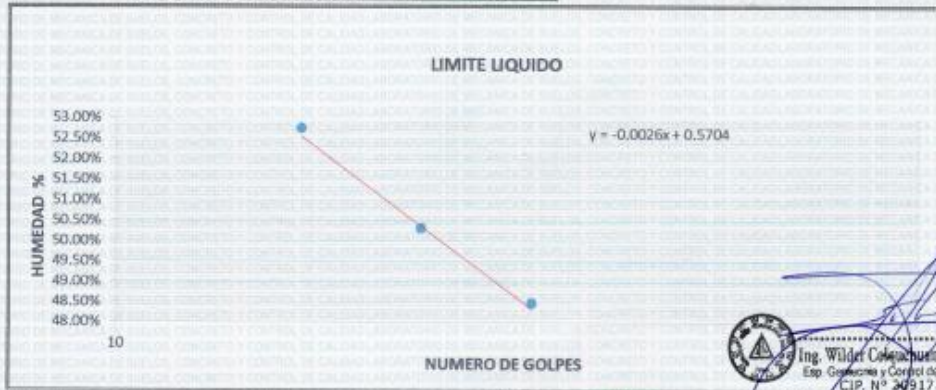
LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	C	M	8
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	40.5	43.2	45.3
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	33.8	35.5	37.3
AGUA	gr.	6.7	7.7	8
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.1	20.2	20.8
PESO DEL SUELO SECO	gr.	12.7	15.3	16.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	52.78%	60.33%	49.48%
NUMERO DE GOLPES	N	17	24	33

LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	6	2
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	28.5	28.9
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	24.8	27
AGUA	gr.	1.7	1.9
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.0	21.7
PESO DEL SUELO SECO	gr.	4.8	5.3
LIMITE PLASTICO	%	35.42%	35.66%

LIMITE LIQUIDO	50.43
LIMITE PLASTICO	35.63
INDICE DE PLASTICIDAD	14.80



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

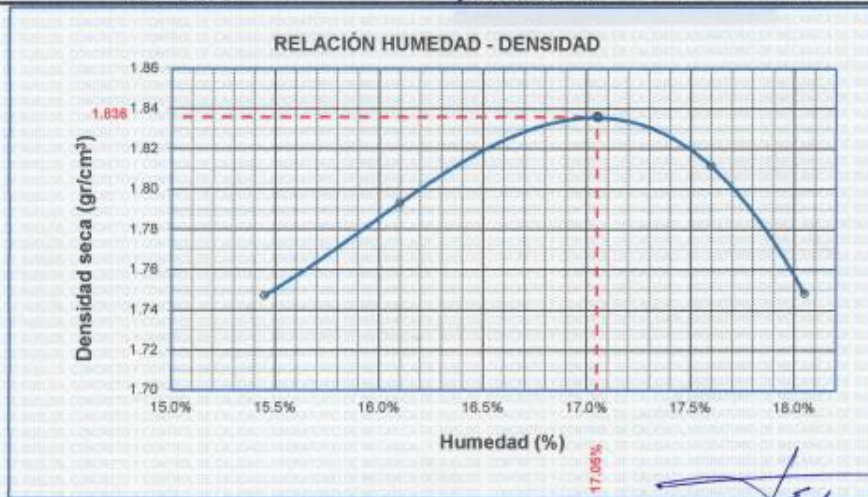
PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE OPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JUJACA 2021
SOLICITANTE : BACH. QUISEP HUARILLOLLA, JHON EDDY
UBICACIÓN : BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER
COORDENADA : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO
MUESTRA : CALICATA N°01 - TERRENO NATURAL
FECHA : 22/11/2021

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2138	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10650	10786	10892	10750
Peso del Molde	gr.	6337	6337	6337	6337
Peso del Suelo Humedo	gr/cm ³	4313	4451	4555	4413
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	2.017	2.062	2.130	2.064

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	178.49	172.15	179.00	174.40	182.56	173.65	171.50	173.30
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	158.20	152.00	157.50	153.50	160.00	152.00	150.00	151.45
Peso del Agua	gr.	20.29	20.15	21.50	20.90	22.56	21.65	21.50	21.85
Peso de la Capsula	gr.	24.46	23.84	23.93	23.69	30.26	30.42	30.62	30.63
Peso del Suelo Seco	gr.	133.72	128.16	133.57	129.81	129.74	121.58	119.38	120.62
% de Humedad	%	15.17%	15.72%	16.1%	16.10%	17.39%	17.61%	18.01%	18.06%
Promedio de Humedad	%	15.45%		16.10%		17.60%		18.05%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.747		1.793		1.812		1.748	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.84	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	17.1%	



Ing. Wilder Colquebranca Cero
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

PROYECTO INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JUJUYA 2021

SOLICITANTE BACH. QUISEP HUARILLÓCCLA, JHON EDDY
BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER

UBICACIÓN AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO

COORDENADA 980992.33 E 8287967.55 S

MUESTRA CALICATA N°01 - TERRENO NATURAL

FECHA 22/11/2021

MOLDE No	II		I			
	5	5	5	5		
No DE CAPAS	12		25		56	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12306	12159	12469	12325	11276	11209
		Peso del Molde	7950	7950	7992	7992	6759
Peso del Suelo Humedo	gr.	4356	4209	4477	4333	4517	4450
Volumen del Suelo	cm ³	2113.99	2113.99	2110.36	2110.36	2083.96	2083.96
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	2.061	1.991	2.121	2.053	2.168	2.135

Capsula No	No	II			I			I		
		M	N		B	V	C	S	D	F
Suelo Humedo + Capsula	gr.	160.14	144.88	179.95	170.98	168.24	159.61	194.96	188.23	157.02
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	139.85	123.94	156.90	148.73	148.63	140.12	161.30	164.00	137.79
Peso del Agua	gr.	20.49	21.24	22.02	22.26	21.61	19.49	33.36	23.33	19.23
Peso de la Capsula	gr.	20.35	20.50	23.00	30.50	30.54	23.70	26.57	26.54	24.09
Peso del Suelo Seco	gr.	116.30	105.14	133.98	118.23	118.09	116.42	134.73	136.35	113.70
% de Humedad	%	20.20%	20.59%	16.44%	18.83%	18.61%	16.74%	17.38%	17.11%	16.91%
Promedio de Humedad	%	20.40%		16.44%	18.72%		16.74%	17.22%		16.91%
Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.711	1.710	1.787	1.787	1.759	1.849	1.849	1.826	1.826

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
04/11/2021	10:00: a.m.		542.0	0.00	0	424.0	0	0	445.0	0	0
05/11/2021	10:00: a.m.	24:00:00	556.0	0.36	0.31	436.0	0.30	0.26	454.7	0.25	0.21
06/11/2021	10:00: a.m.	48:00:00	570.0	0.71	0.61	446.0	0.61	0.52	464.4	0.49	0.43
07/11/2021	10:00: a.m.	72:00:00	584.0	1.07	0.92	460.0	0.91	0.79	474.1	0.74	0.64
08/11/2021	10:00: a.m.	96:00:00	598.0	1.42	1.22	472.0	1.22	1.05	483.8	0.99	0.85

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.
0.00	0:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.63	00:30		0.6	27.7	1.4	1.2	30	1.5	2.0	34	1.7	1.9	31	1.6
1.27	01:00		3.1	38.3	1.9	4.5	44	2.2	5.7	49	2.5	6.5	43	2.2
1.91	01:30		5.6	48.9	2.5	7.6	57	2.9	9.4	65	3.3	11.3	51	2.9
2.54	02:00	70.31	8.1	59.5	3.0	10.7	71	3.6	13.8	84	4.2	16.7	61	3.5
3.81	03:00		10.8	70.1	3.5	13.8	84	4.2	17.5	99	5.0	21.2	74	4.2
5.09	04:00	105.00	13.1	80.7	4.1	16.9	97	4.9	21.2	115	5.8	26.6	86	5.0
6.36	05:00		15.8	91.3	4.6	20.0	110	5.6	24.9	131	6.6	30.6	97	5.8
7.62	06:00		18.1	102.0	5.2	23.1	123	6.2	28.6	147	7.4	35.1	109	6.6
8.84	07:00		20.6	112.6	5.7	26.2	136	6.9	32.3	162	8.2	39.6	121	7.4
10.16	08:00		23.1	123.2	6.2	29.3	149	7.6	36.0	178	9.0	44.1	133	8.2



Ing. Wilder Coluchun
Exp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

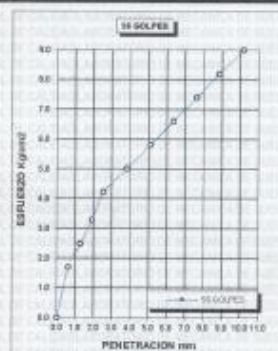
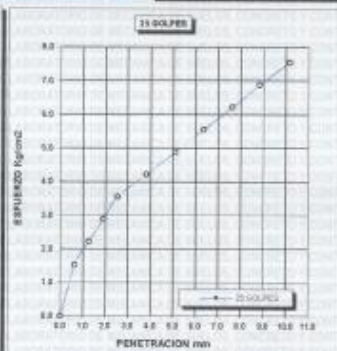
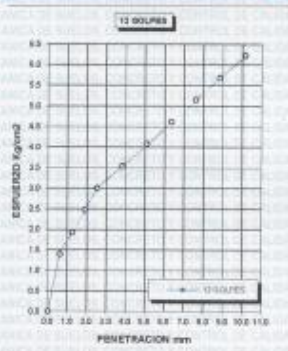
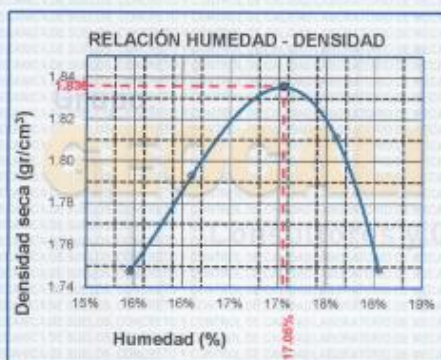
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

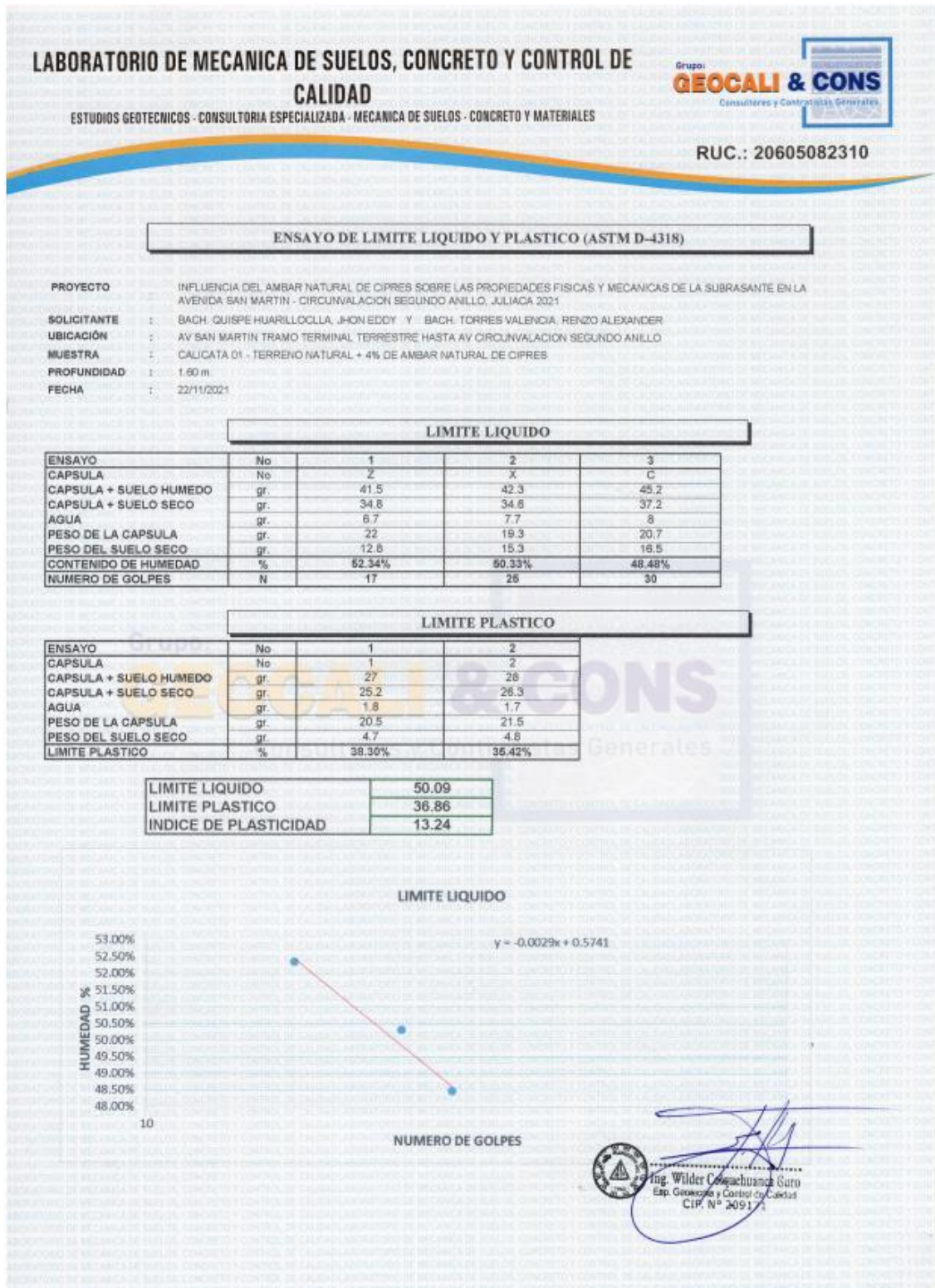
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

PROYECTO	INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
SOLICITANTE	BACH. QUISPE HUARILLOLLA, JHON EDDY BACH. PORRÉS VALENCIA, RENZO ALEXANDER	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.84
R REFI	CAJACATA Nº01 - TERRENO NATURAL	HUMEDAD OPTIMA (%)	17.1%
UBICACIÓN	AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	5.9
COORDENADA	880192.33 E 8287367.55 S	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	4.7
FECHA	22/11/2021	CLASIFICACIÓN	: MH
		AASHTO	: A-7 <20>
		EMBEBIDO	: 4 DIAS




Ing. Wilmer Colquechaca Curo
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 C.I.P. Nº 209171

- 4 % de ámbar natural de ciprés incorporado a la calicata 1.



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

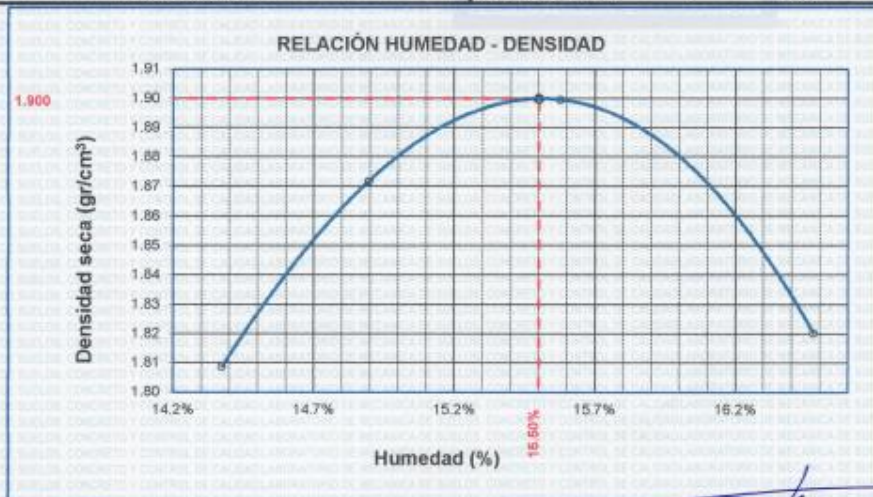
PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021
SOLICITANTE : BACH. QUISPE HUARILLOCLA, JHON EDDY
 : BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER
UBICACIÓN : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO
COORDENADAS : 380392.33 E 8287367.55 S
MUESTRA : CALICATA 01 - TERRENO NATURAL +4% DE AMBAR NATURAL DE CIPRES
FECHA : 22/11/2021

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2138	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10770	10945	11041	10880
Peso del Molde	gr.	6347	6347	6347	6347
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4423	4598	4694	4533
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	2.069	2.151	2.196	2.120

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	133.06	122.44	133.20	121.69	106.67	134.56	114.45	113.00
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	120.00	110.00	118.96	108.88	97.14	119.67	101.96	100.43
Peso del Agua	gr.	13.06	12.44	14.24	12.71	11.53	14.89	12.49	12.57
Peso de la Capsula	gr.	23.01	23.96	23.01	23.96	23.41	23.71	25.60	24.70
Peso del Suelo Seco	gr.	96.99	86.06	95.95	85.03	73.73	95.95	76.36	75.73
% de Humedad	%	14.25%	14.46%	14.8%	14.93%	15.64%	15.02%	16.36%	16.60%
Promedio de Humedad	%	14.37%		14.89%		15.58%		16.48%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.809		1.872		1.900		1.820	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.90	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	15.5%	



 Ing. Wilder Colmenares Gónz
Edu. Geotecnia y Control de Calidad
CIP Nº 201911

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBIENTE NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCVNALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021

SOLICITANTE : BACH. GUSTAVO HUARELLLOLA, RON EDOY
BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER

UBICACION : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCVNALACION SEGUNDO ANILLO

COORDENADAS : 980392.33 E 8287367.55 S

MUESTRA : CALICATA 01 - TERRENO NATURAL +4% DE AMBIENTE NATURAL DE CIPRES

FECHA : 22/11/2021

MOLDE No	III		II		I	
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	

	gr	12437	11975	12620	12278	11442	11301
Peso Suelo Humedo + Molde	gr	7950	7950	7992	7992	6759	6759
Peso del Molde	gr	4487	4025	4628	4284	4683	4542
Peso del Suelo Humedo	cm3	2113.99	2113.99	2110.36	2110.36	2083.96	2083.96
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm3	2.123	1.904	2.193	2.030	2.247	2.179

Capsula No	No	III			II			I		
		M	N		M	V	C	S	D	F
Suelo Humedo + Capsula	gr	342.09	343.28	334.11	342.82	353.38	226.40	342.41	354.58	311.89
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr	203.40	206.07	298.10	297.26	307.20	202.00	289.12	310.50	276.02
Peso del Agua	gr	48.09	48.21	38.01	45.56	48.18	24.40	43.29	44.08	35.87
Peso de la Capsula	gr	39.31	39.53	39.58	39.17	38.99	35.44	38.66	39.99	38.77
Peso del Suelo Seco	gr	254.09	256.24	296.92	298.09	268.21	163.56	290.40	271.04	237.25
% de Humedad	%	19.19%	18.39%	14.82%	17.95%	17.22%	14.92%	16.62%	16.29%	15.12%
Promedio de Humedad	%	19.03%	14.82%	17.44%	14.92%	16.44%	15.12%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.783	1.658	1.867	1.766	1.930	1.893			

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
04/11/2021	10:00 a.m.		389.0	0.00	0	687.0	0	0	654.0	0	0
05/11/2021	10:00 a.m.	24:00:00	402.0	0.33	0.28	698.0	0.28	0.24	663.4	0.24	0.21
06/11/2021	10:00 a.m.	48:00:00	415.0	0.66	0.57	709.0	0.58	0.48	672.8	0.48	0.41
07/11/2021	10:00 a.m.	72:00:00	428.0	0.99	0.85	720.0	0.84	0.72	682.2	0.72	0.62
08/11/2021	10:00 a.m.	96:00:00	441.0	1.32	1.13	731.0	1.12	0.96	691.6	0.96	0.83

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.63	00:30		0.7	28.1	1.4	1.5	31	1.8	2.4	35	1.8			
1.27	01:00		3.8	41.3	2.1	6.8	54	2.7	7.9	59	3.0			
1.91	01:30		6.9	54.4	2.8	12.1	78	3.9	13.4	82	4.1			
2.54	02:00	70.31	10.0	67.6	3.4	17.4	99	5.0	18.9	105	5.3			
3.81	03:00		17.4	99.0	5.0	25.2	132	6.7	27.3	141	7.1			
5.09	04:00	108.00	24.3	128.3	6.5	31.5	159	8.0	35.9	178	9.0			
6.35	05:00		28.9	147.8	7.5	36.8	181	9.2	42.1	204	10.3			
7.62	06:00		32.6	163.5	8.3	42.6	206	10.4	48.4	231	11.7			
8.84	07:00		34.9	173.3	8.8	45.8	220	11.1	53.6	253	12.8			
10.16	08:00		36.7	180.9	9.1	46.7	232	11.7	57.9	271	13.7			



Ing. Wilder Colquichun
Esp. Geotecnia, Control de Calidad
CIP N° 20911 L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

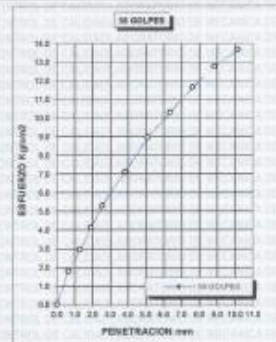
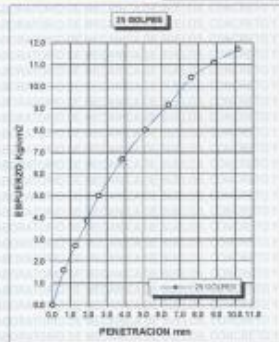
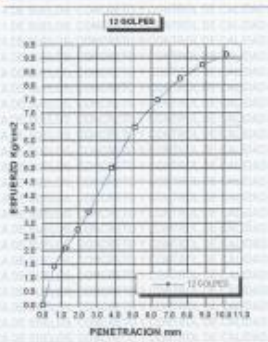
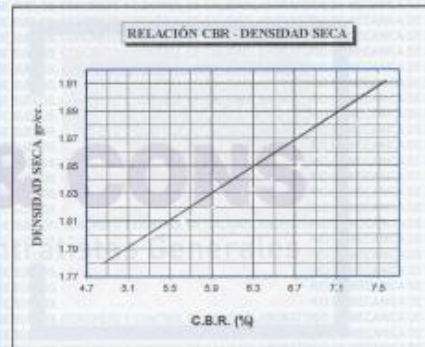
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

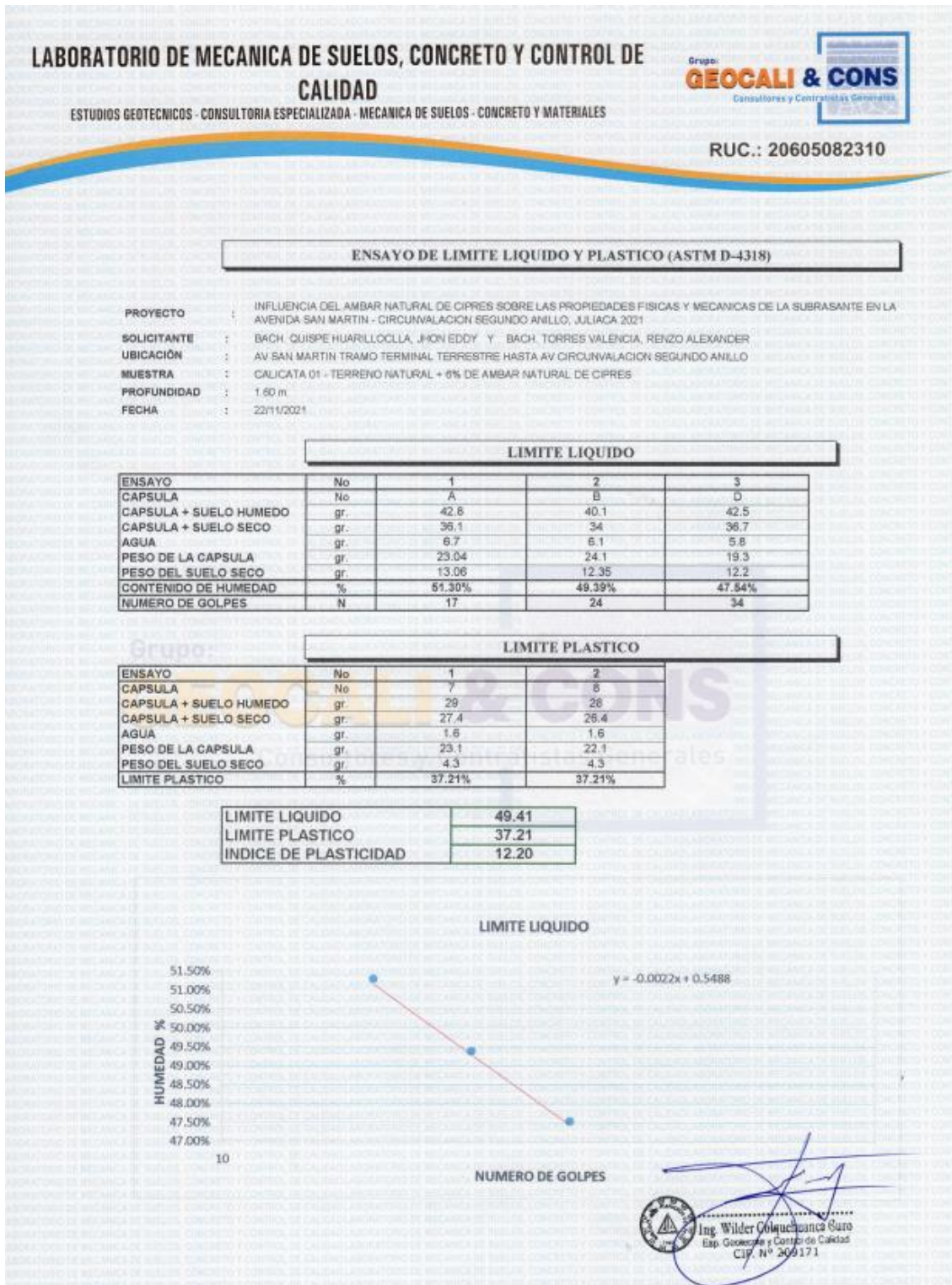
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

PROYECTO	INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021	METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91	
SOLICITANTE	BACH, QUISEP HUARILLOCLLA, IJON EDDY BACH, TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.90
MUESTRA	CAUCATA G1 - TIENING NATURAL + 4% DE AMBAR	HUMEDAD OPTIMA (%)	15.5%
UBICACION	NATURAL DE CIPRES AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	7.3
COORDENADA	380392.33 E 8287967.55 S	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	5.3
FECHA	22/11/2021	CLASIFICACION	: MH
		AASHTO	: A-7 <20>
		EMBEBIDO	: 4 DIAS



Ing. Wilber Coluchanica Guaro
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP. N° 209174

- 6 % de ámbar natural de ciprés incorporado a la calicata 1.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN -
CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021

SOLICITANTE : BACH. QUISE HUARILLOCLA, JHON EDDY
BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER

UBICACIÓN : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO

COORDENADA : 380992.33 E 8287367.55 S

MUESTRA : CALICATA 01 - TERRENO NATURAL +6% DE AMBAR NATURAL DE CIPRES

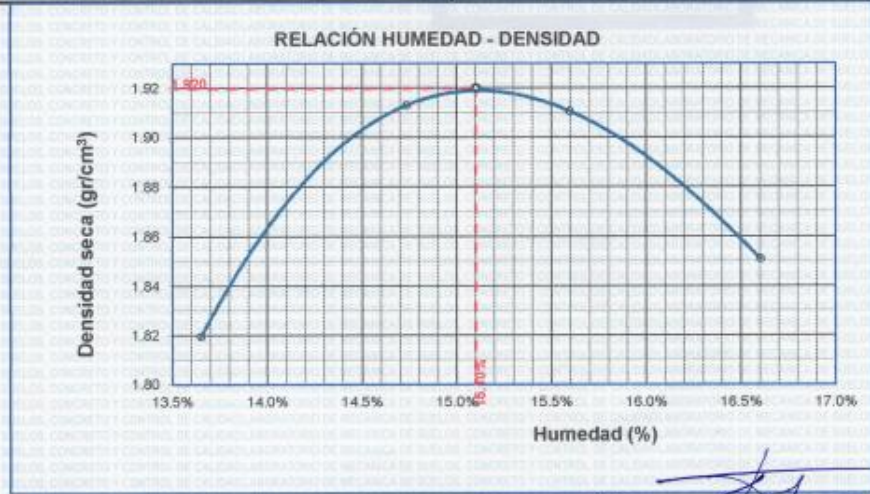
FECHA : 22/11/2021

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2138	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10758	11030	11059	10951
Peso del Molde	gr.	6337	6337	6337	6337
Peso del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	4421	4693	4722	4614
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	2.068	2.195	2.209	2.158

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	188.55	184.20	202.67	184.99	150.88	176.50	189.09	188.68
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	188.90	184.90	180.00	164.00	168.10	156.10	166.60	168.20
Peso del Agua	gr.	19.65	19.30	22.67	20.99	22.78	20.40	22.59	22.48
Peso de la Capsula	gr.	24.53	23.89	23.74	23.74	23.74	23.74	30.67	30.68
Peso del Suelo Seco	gr.	144.37	141.01	158.26	140.26	144.36	132.36	135.83	135.52
% de Humedad	%	13.61%	13.69%	14.51%	14.97%	15.78%	15.41%	16.63%	16.57%
Promedio de Humedad	%	13.65%		14.74%		15.60%		16.60%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.819		1.913		1.911		1.851	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.920	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	15.1%	



Ing. Wilder Cedeño Quispe Guro
 Esp. Geotécnica y Control de Calidad
 CIP. N° 209271

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

PROYECTO INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021.
SOLICITANTE BACH. QUISEP HUARILLOCLA, JHON EDDY
 BACH. TORRES VALENZUELA, RENZO ALEXANDER
UBICACION AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO
COORDENADA 390392.33 E 8287367.55 S
MUESTRA CALICATA 01 - TERRENO NATURAL +8% DE AMBAR NATURAL DE CIPRES
FECHA 22/11/2021

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	13095	12780	13162	12876	13268	13136
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8021	8021	8033	8033	8020	8020
Peso del Molde	gr.	5074	4759	5129	4843	5248	5116
Peso del Suelo Humedo	gr.	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	cm ³	2.184	2.048	2.207	2.084	2.259	2.202
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³						

Capsula No	No	M	N	B	V	C	S	D	F	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	132.60	124.58	163.74	175.04	173.78	140.44	181.71	158.50	175.94
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	113.01	100.71	145.70	151.16	150.43	125.25	105.83	140.06	155.85
Peso del Agua	gr.	19.59	17.85	18.04	23.88	23.33	15.19	22.78	19.44	18.88
Peso de la Capsula	gr.	18.78	19.83	23.80	23.86	23.52	23.76	23.33	24.51	22.83
Peso del Suelo Seco	gr.	94.23	87.08	121.90	127.30	128.91	101.49	135.80	115.55	133.13
% de Humedad	%	20.79%	20.50%	14.809%	18.73%	18.38%	14.97%	16.80%	16.82%	15.01%
Promedio de Humedad	%	20.64%	14.80%	18.86%	14.97%	16.81%	15.01%			
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.810	1.784	1.862	1.813	1.934	1.915			

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
04/11/2021	10:00 a.m.		389.0	0.00	0	687.0	0	0	654.0	0	0
05/11/2021	10:00 a.m.	24:00:00	401.0	0.30	0.26	697.0	0.25	0.22	663.0	0.23	0.20
06/11/2021	10:00 a.m.	48:00:00	413.0	0.61	0.52	707.0	0.51	0.44	672.0	0.46	0.40
07/11/2021	10:00 a.m.	72:00:00	425.0	0.91	0.78	717.0	0.76	0.66	681.0	0.69	0.59
08/11/2021	10:00 a.m.	96:00:00	437.0	1.22	1.05	727.0	1.02	0.87	690.0	0.91	0.78

PENETRACION

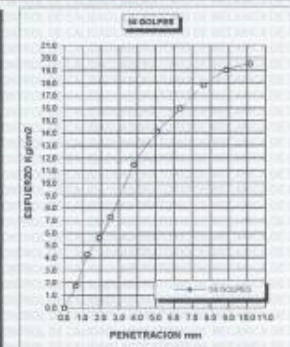
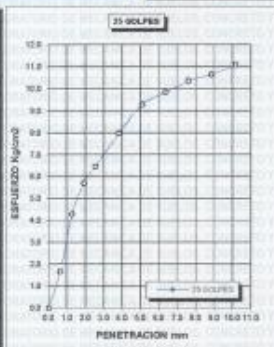
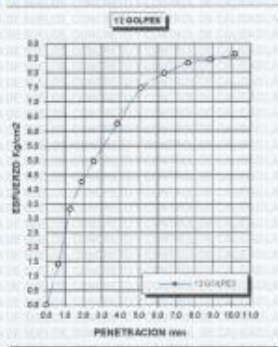
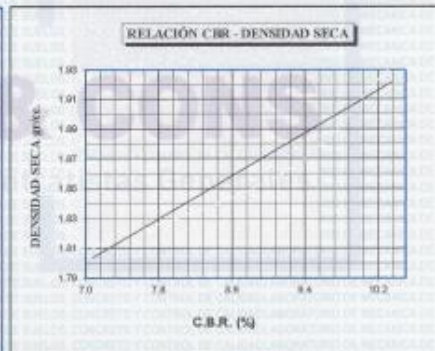
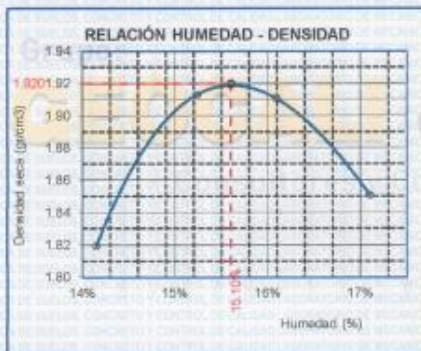
Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.83	00:30		28.0	1.4		33	1.7		35	1.8		35	1.8	
1.27	01:00		65.6	3.3		65	4.3		64	4.2		64	4.2	
1.91	01:30		84.2	4.3		113	5.7		111	5.6		111	5.6	
2.84	02:00	70.31	98.4	5.0		128	6.5		144	7.3		144	7.3	
3.51	03:00		124.0	6.3		158	8.0		227	11.5		227	11.5	
5.09	04:00	105.00	148.0	7.5		184	9.3		280	14.2		280	14.2	
6.35	05:00		158.0	8.0		195	9.9		316	16.0		316	16.0	
7.62	06:00		165.0	8.3		205	10.4		353	17.8		353	17.8	
8.84	07:00		167.4	8.5		211	10.7		377	19.1		377	19.1	
10.16	08:00		171.0	8.6		219	11.1		387	19.6		387	19.6	



Ing. Wilder Colquhuanca Soto
 Rep. Geotecnica Control de Calidad
 CIP. N° 209171

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

PROYECTO	INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021	METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91	
SOLICITANTE	BACH. QUISPE HUARILÓCCLA, JHON EDDY BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.)	1.920
MUESTRA	CALICATA 01 - TERRENO NATURAL +6% DE AMBAR NATURAL DE CIPRES	HUMEDAD OPTIMA (%)	15.1%
UBICACION	AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	10.2
COORDENADA	380392.33 E 8287367.55 S	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	7.7
FECHA	22/11/2021	CLASIFICACION	: ML
		AASHTO	: A-7 <19>
		EMBEBIDO	: 4 DIAS




Wilder Colmenares Guro
Eso. Geotecnia y Control de Calidad
CIP. N° 285171

- 8 % de ámbar natural de ciprés incorporado a la calicata 1.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo: **GEOCALI & CONS**
Consultores y Controlistas Generales

RUC.: 20605082310

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021

SOLICITANTE : BACH. GUISPE HUARILLOCLA, JHON EDDY Y BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER

UBICACIÓN : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO

MUESTRA : CALICATA 01 - TERRENO NATURAL + 8 % DE AMBAR NATURAL DE CIPRES

PROFUNDIDAD : 1.60 m

FECHA : 22/11/2021

LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	E	F	G
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr	41.4	41.7	41.37
CAPSULA + SUELO SECO	gr	34.85	35.28	35.06
AGUA	gr	6.55	6.44	6.31
PESO DE LA CAPSULA	gr	21.9	21.9	21
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.95	13.36	14.06
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	50.58%	48.20%	44.88%
NUMERO DE GOLPES	N	17	25	34

LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	7	8
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr	29	28
CAPSULA + SUELO SECO	gr	27.4	26.4
AGUA	gr	1.6	1.8
PESO DE LA CAPSULA	gr	23.1	22.05
PESO DEL SUELO SECO	gr	4.31	4.35
LIMITE PLASTICO	%	37.12%	38.78%

LIMITE LIQUIDO	48.00
LIMITE PLASTICO	36.95
INDICE DE PLASTICIDAD	11.05

LIMITE LIQUIDO

$y = -0.0034x + 0.564$

Ing. Wilder Koleschuanca Suro
Exp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP. N° 209171

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021

SOLICITANTE : BACH. QUISPE HUARILLOCLA, JHON EDYD
BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER

UBICACION : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO

COORDENADA : 380392.33 E 8287367.55 S

MUESTRA : CALICATA 01 - TERRENO NATURAL + 8% DE AMBAR NATURAL DE CIPRES

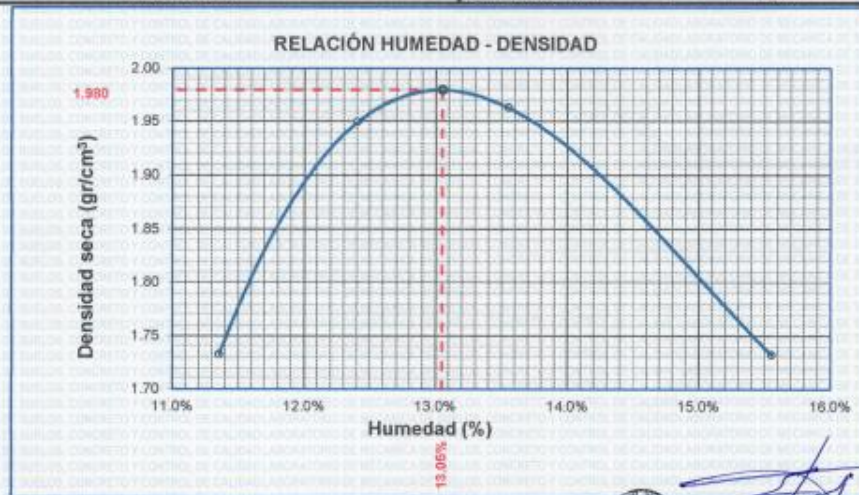
FECHA : 22/11/2021

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2138	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10525	11085	11185	10679
Peso del Molde	gr.	6399	6399	6399	6399
Peso del Suelo Humedo	gr/cm ³	4126	4686	4766	4260
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.930	2.192	2.229	2.002

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	65.19	68.45	59.26	60.45	64.29	58.66	62.48	66.20
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	60.80	61.80	55.10	56.00	58.26	53.99	57.00	60.00
Peso del Agua	gr.	4.39	4.65	4.16	4.45	5.03	4.67	5.48	6.20
Peso de la Capsula	gr.	21.80	21.20	21.70	20.00	21.60	19.85	21.20	20.70
Peso del Suelo Seco	gr.	38.00	40.60	33.40	36.00	37.46	34.14	35.80	39.30
% de Humedad	%	11.26%	11.45%	12.5%	12.36%	13.43%	13.68%	15.34%	15.76%
Promedio de Humedad	%	11.35%		12.41%		13.55%		15.56%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.733		1.950		1.963		1.732	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.98	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	13.1%	



Ing. Wilder Colquechaca
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP. N° 20917

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021
SOLICITANTE : BACH. QUISEP HUARILLOCLLA, JHON EDDY
 BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER
UBICACION : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO
COORDENADA : 380392.33 E 8287367.55 S
MUESTRA : CALICATA D1 - TERRENO NATURAL + 8% DE AMBAR NATURAL DE CIPRES
FECHA : 22/11/2021

MOLDE No	II		I	
	5	5	5	5
No DE CAPAS	12	25	56	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA				
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	13982	12884	13354	13183	13306	13207
	Peso del Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014
Peso del Suelo Humedo	gr.	5929	4851	5333	5162	5291	5193
Volumen del Suelo	cm ³	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.164	2.088	2.295	2.222	2.277	2.235

Capsula No	No	M	N	B	V	C	S	D	F	
	Suelo Humedo + Capsula	gr.	160.14	144.88	178.98	170.99	188.24	159.61	184.95	188.23
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	140.00	127.24	161.16	151.73	149.83	144.02	164.40	167.98	141.67
Peso del Agua	gr.	20.14	17.64	17.82	19.26	18.61	15.69	20.26	20.25	15.35
Peso de la Capsula	gr.	20.35	20.50	23.00	30.50	30.54	23.70	26.57	28.54	24.09
Peso del Suelo Seco	gr.	119.65	106.74	138.16	121.23	118.09	120.32	137.83	139.44	117.58
% de Humedad	%	16.83%	16.53%	12.90%	15.89%	15.63%	12.96%	14.70%	14.52%	13.05%
Promedio de Humedad	%	16.68%	12.90%	15.76%	12.96%	14.61%	13.06%			
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.855	1.849	1.893	1.967	1.907	1.877			

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial		Expansión		Dial		Expansión		
			mm	%	mm	%	mm	%			
04/11/2021	10:00 a.m.		389.0	0.00	0	0	687.0	0	0	0	
05/11/2021	10:00 a.m.	24:00:00	399.0	0.25	0.22	696.0	0.23	0.20	682.0	0.20	0.18
06/11/2021	10:00 a.m.	48:00:00	409.0	0.51	0.44	705.0	0.46	0.39	676.0	0.41	0.35
07/11/2021	10:00 a.m.	72:00:00	419.0	0.76	0.65	714.0	0.69	0.58	678.0	0.61	0.53
08/11/2021	10:00 a.m.	96:00:00	429.0	1.02	0.87	723.0	0.91	0.79	686.0	0.87	0.70

PENETRACION

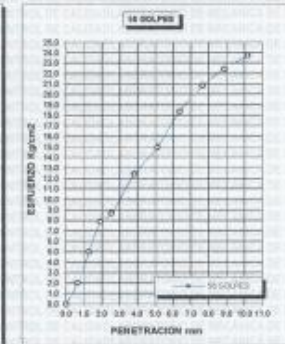
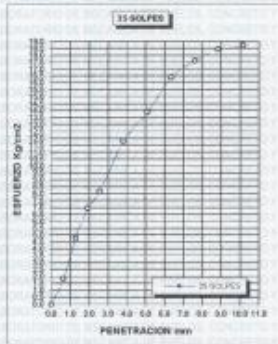
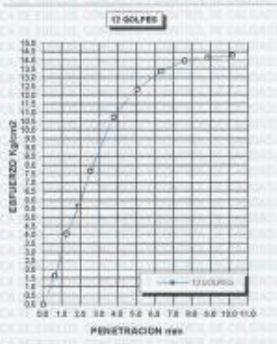
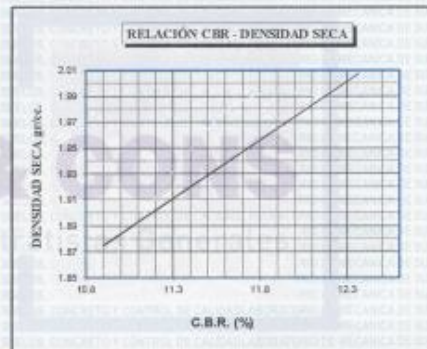
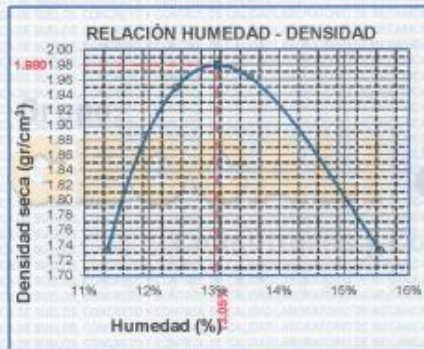
Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III			MOLDE No II			MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		
0.63	00:30		32.8	1.7		37	1.9		40	2.0		
1.27	01:00		80.7	4.1		95	4.8		99	5.0		
1.91	01:30		111.7	5.6		138	7.0		156	7.9		
2.54	02:00	70.31	151.6	7.7		162	8.2		172	8.7		
3.81	03:00		212.7	10.8		234	11.8		246	12.4		
5.09	04:00	105.00	244.1	12.3		275	13.9		297	15.0		
6.36	05:00		264.5	13.4		325	16.4		364	18.4		
7.62	06:00		276.4	14.0		349	17.6		413	20.9		
8.84	07:00		280.2	14.2		385	18.5		444	22.4		
10.16	08:00		282.8	14.3		371	18.8		470	23.8		



Inge. Wilder Colchagua Curo
 Ego. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 209171

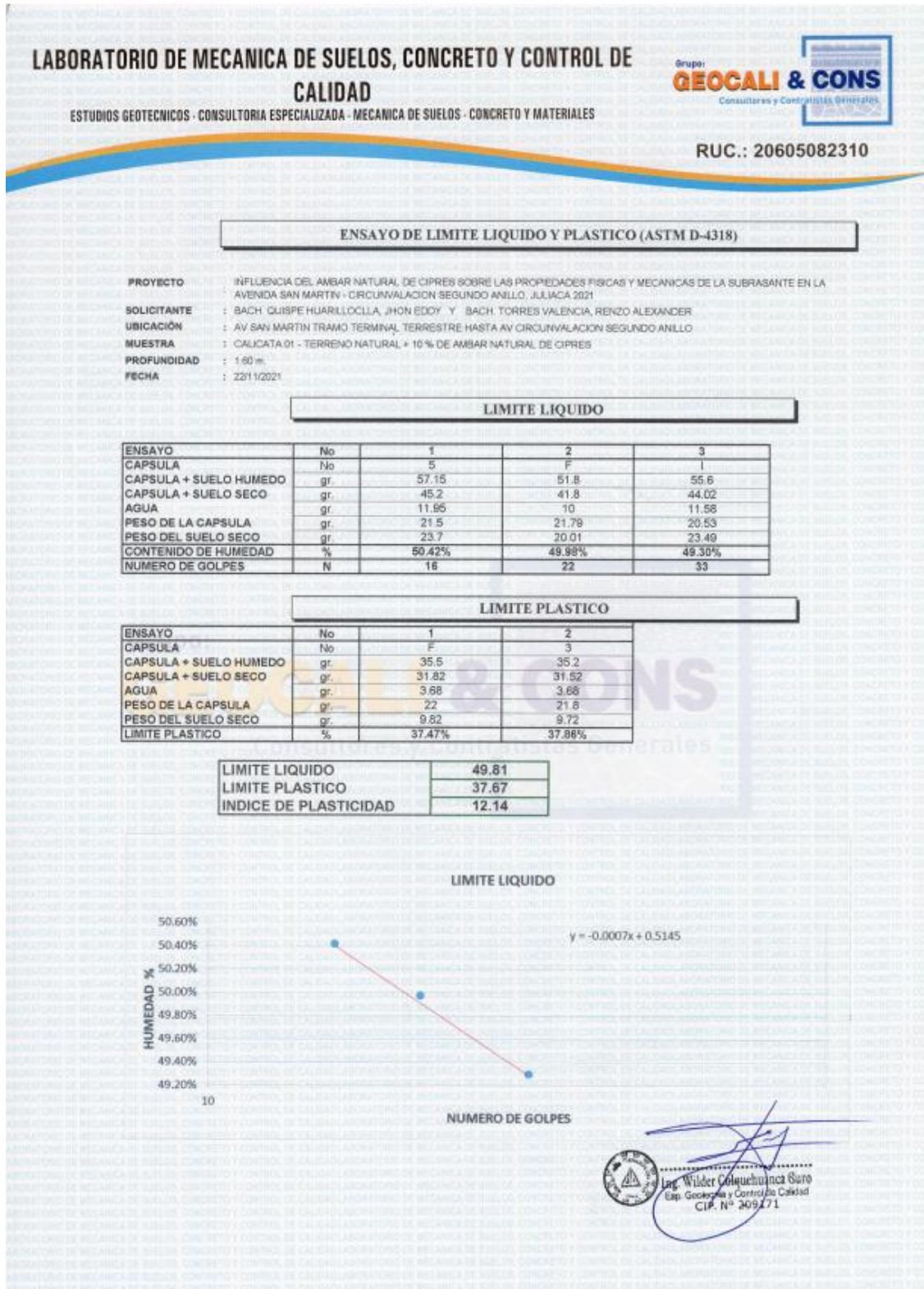
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION
MTC E 132-2000

PROYECTO	INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCVNALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021	METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91	
SOLICITANTE	BACH. QUISPE HUARILLOLLA, JHON EDDY BACH. TORRES VALENCA, RENZO ALEXANDER	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.98
MUESTRA	CALICATA GL - TERRENO NATURAL + 8% DE AMBAR NATURAL DE CIPRES	HUMEDAD OPTIMA (%)	13.1%
UBICACION	AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCVNALACION SEGUNDO ANILLO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	12.3
COORDENADA	980392.33 E 8287367.53 S	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	10.9
FECHA	22/11/2021	CLASIFICACION	: ML
		AASHTO	: A-7 <18>
		EMBEBIDO	: 4 DIAS




Ing. Wilder Colodrán
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP. N° 209271

- 10 % de ámbar natural de ciprés incorporado a la calicata 1.



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021

SOLICITANTE : BACH. QUISPE HUARILLOCLA, JHON EDDY
BACH. TORRES VALENCO, RENZO ALEXANDER

UBICACION : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO

COORDENADA : 380992.33 E 8287967.55 S

MUESTRA : CALICATA 01 - TERRENO NATURAL + 10% DE AMBAR NATURAL DE CIPRES

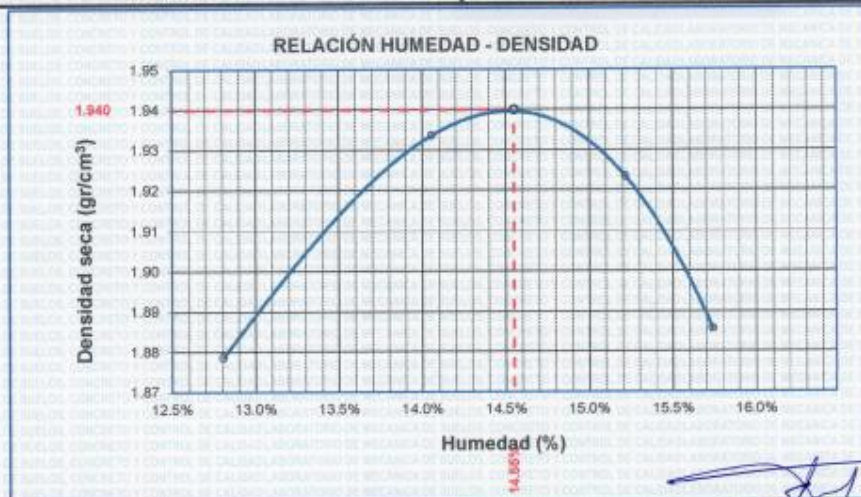
FECHA : 22/11/2021

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2138 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10678	11062	11085	11013
Peso del Molde	gr.	6347	6347	6347	6347
Peso del Suelo Humedo	gr/cm ³	4531	4715	4738	4666
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	2.118	2.205	2.216	2.182

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	215.77	217.88	212.67	206.00	229.25	195.99	105.84	160.47
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	183.56	186.21	188.12	185.42	201.89	173.29	138.91	149.52
Peso del Agua	gr.	22.21	21.67	23.55	22.58	27.36	22.67	16.93	10.95
Peso de la Capsula	gr.	23.62	23.23	23.05	23.32	23.37	23.20	30.01	30.54
Peso del Suelo Seco	gr.	189.74	172.96	188.06	182.10	178.52	150.09	108.90	118.50
% de Humedad	%	13.00%	12.53%	14.2%	13.93%	15.33%	15.10%	15.50%	15.93%
Promedio de Humedad	%	12.81%		14.06%		15.22%		15.74%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.879		1.934		1.923		1.886	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.94 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	14.6%



Ing. Wilder Delgado Anca Suro
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

PROYECTO INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021

SOLICITANTE BACH. QUISEP HUARILLOCLLA, IHCN EDDY
BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER

UBICACIÓN AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO

COORDENADA 350392.33 E 8287367.55 S

MUESTRA CALCATA 01 - TERRENO NATURAL + 10% DE AMBAR NATURAL DE CIPRES

FECHA 22/11/2021

MOLDE No	III		II		I		
	No DE CAPAS	5	5	5	5	5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56		
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	
Peso Suelo Humedo + Molde	gr	13015	12740	13092	12941	13275	13143
Peso del Molde	gr	8021	8021	8033	8033	8020	8020
Peso del Suelo Humedo	gr	4994	4719	5059	4908	5255	5123
Volumen del Suelo	cm ³	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	2.149	2.031	2.177	2.112	2.262	2.206

Capsula No	No	M			N			B			V			C			S			D			F					
		M	N	B	V	C	S	D	F	M	N	B	V	C	S	D	F	M	N	B	V	C	S	D	F			
Suelo Humedo + Capsula	gr	132.60	124.56	163.74	175.04	173.76	140.44	181.71	169.50	170.94	115.81	107.91	148.06	153.78	152.83	125.95	160.63	141.06	156.54	16.79	16.95	17.66	21.26	20.93	14.49	20.66	18.44	19.40
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr	115.81	107.91	148.06	153.78	152.83	125.95	160.63	141.06	156.54	115.81	107.91	148.06	153.78	152.83	125.95	160.63	141.06	156.54	16.79	16.95	17.66	21.26	20.93	14.49	20.66	18.44	19.40
Peso del Agua	gr	16.79	16.95	17.66	21.26	20.93	14.49	20.66	18.44	19.40	16.79	16.95	17.66	21.26	20.93	14.49	20.66	18.44	19.40	16.79	16.95	17.66	21.26	20.93	14.49	20.66	18.44	19.40
Peso de la Capsula	gr	18.70	18.63	23.60	23.66	23.52	23.78	23.33	24.51	22.83	18.70	18.63	23.60	23.66	23.52	23.78	23.33	24.51	22.83	18.70	18.63	23.60	23.66	23.52	23.78	23.33	24.51	22.83
Peso del Suelo Seco	gr	97.03	88.28	122.28	130.10	129.31	102.19	137.50	118.55	133.71	97.03	88.28	122.28	130.10	129.31	102.19	137.50	118.55	133.71	97.03	88.28	122.28	130.10	129.31	102.19	137.50	118.55	133.71
% de Humedad	%	17.30%	18.86%	14.48%	16.36%	16.19%	14.18%	18.19%	15.82%	14.51%	17.30%	18.86%	14.48%	16.36%	16.19%	14.18%	18.19%	15.82%	14.51%	17.30%	18.86%	14.48%	16.36%	16.19%	14.18%	18.19%	15.82%	14.51%
Promedio de Humedad	%	18.08%			14.46%			16.27%			14.18%			16.50%			14.51%											
Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.820			1.774			1.873			1.880			1.958			1.926											

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
04/11/2021	10:00 a.m.		389.0	0.00	0	687.0	0	0	654.0	0	0
05/11/2021	10:00 a.m.	24:00:00	396.8	0.27	0.24	696.8	0.25	0.21	663.0	0.23	0.20
06/11/2021	10:00 a.m.	48:00:00	410.6	0.58	0.47	706.6	0.50	0.43	672.0	0.46	0.40
07/11/2021	10:00 a.m.	72:00:00	421.4	0.82	0.71	716.4	0.75	0.64	681.0	0.69	0.59
08/11/2021	10:00 a.m.	96:00:00	432.2	1.10	0.94	726.2	1.00	0.86	690.0	0.91	0.79

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III			MOLDE No II			MOLDE No I		
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		30.7	1.5		34	1.7		38	1.9	
1.27	01:00		72.7	3.7		66	3.4		94	4.8	
1.91	01:30		103.2	5.2		107	5.4		126	6.4	
2.54	02:00	70.31	126.1	6.4		147	7.4		170	8.6	
3.01	03:00		170.3	8.6		201	10.2		228	11.5	
5.09	04:00	105.00	205.5	10.4		241	12.2		273	13.6	
6.36	05:00		233.5	11.8		273	13.8		315	15.9	
7.62	06:00		260.3	13.2		299	15.1		342	17.3	
8.84	07:00		277.3	14.0		315	15.9		367	18.5	
10.16	08:00		287.0	14.5		327	16.5		385	19.5	

 **Wilder Colchimbano Curo**
Exp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP N° 20911-1

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

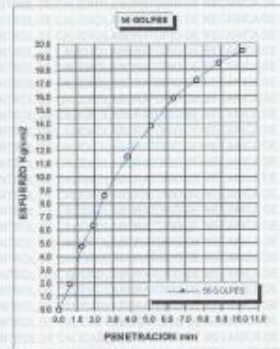
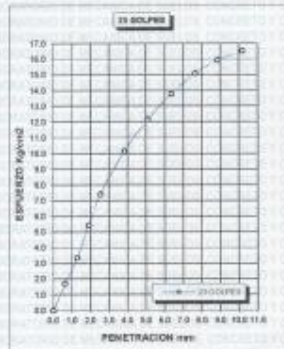
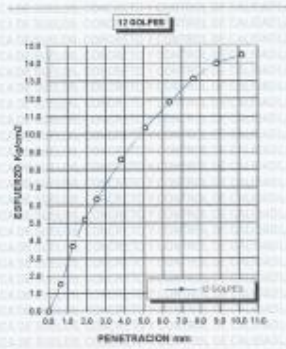
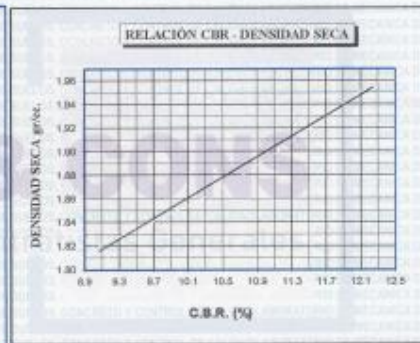
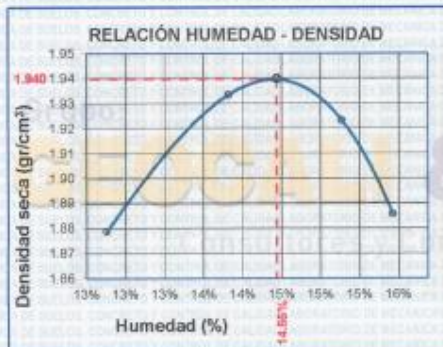
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

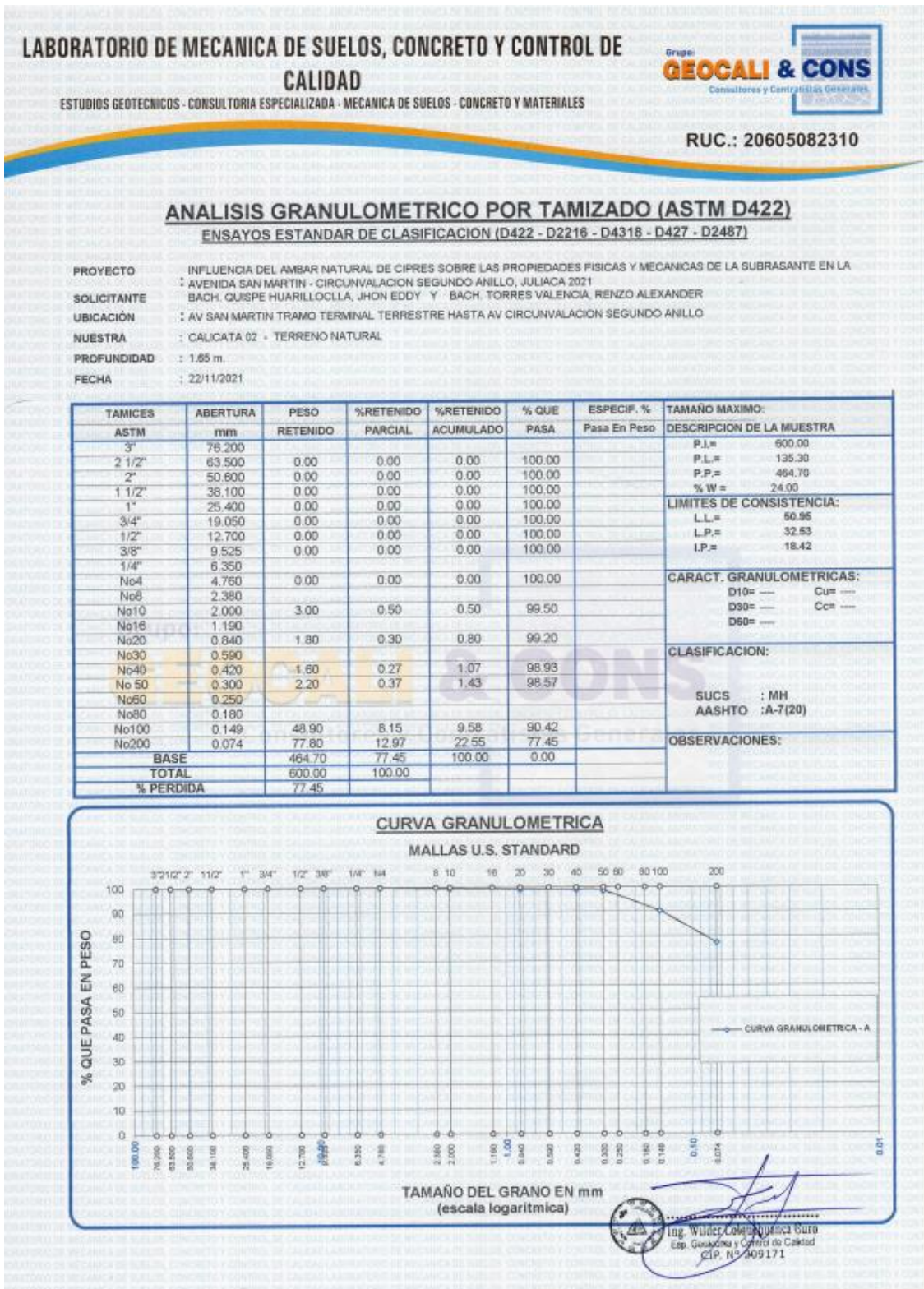
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION MTC E - 132-2000

PROYECTO	INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021	METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91	
SOLICITANTE	BACH. QUISPE HUARILLOCLA, JHON EDDY BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.94
MUESTRA	NATURAL DE CIPRES	HUMEDAD OPTIMA (%)	14.6%
UBICACION	AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	11.9
COORDENADA	380392.33 E 8287367.55 S	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	9.7
FECHA	22/11/2021	CLASIFICACION	: ML
		AASHTO	: A-7 <19>
		EMBEBIDO	: 4 DIAS



[Handwritten Signature]
 Ing. Wilder Compañero de la Cruz
 Exp. Geotécnica y Control de Calidad
 CIP. N° 209273

• CALICATA 2



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021

SOLICITANTE : BACH. QUISPE HUARILLOCLA, JHON EDDY Y BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER

UBICACIÓN : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO

MUESTRA : CALICATA 02 - TERRENO NATURAL

PROFUNDIDAD : 1.85 m

FECHA : 22/11/2021

LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	C	M	8
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	41.5	42.82	43.65
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	34.48	35.39	37.65
AGUA	gr.	7.02	7.13	6
PESO DE LA CAPSULA	gr.	22.87	20.85	22.05
PESO DEL SUELO SECO	gr.	11.31	14.54	15.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	59.44%	49.04%	38.46%
NUMERO DE GOLPES	N	19	26	32

LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	6	2
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	26.9	27.95
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	25.5	28.25
AGUA	gr.	1.4	1.7
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.8	21.7
PESO DEL SUELO SECO	gr.	3.7	4.55
LIMITE PLASTICO	%	37.84%	37.36%

LIMITE LIQUIDO	50.05
LIMITE PLASTICO	37.60
INDICE DE PLASTICIDAD	12.45

$$y = -0.0161x + 0.9031$$

LIMITE LIQUIDO



Ing. Wilder Colquechuan Guro
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP N° 209174

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE OPIRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021.

SOLICITANTE : BACH. QUISEP HUARILLOLLA, JHON EDDY

UBICACIÓN : BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER
AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUVALACION SEGUNDO ANILLO

COORDENADA : 380920.33 E 8287569.30 S

MUESTRA : CALICATA 02 - TERRENO NATURAL

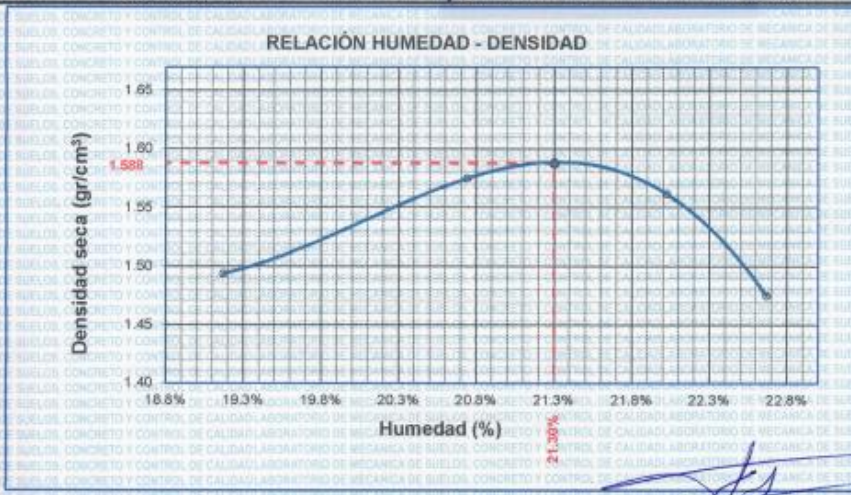
FECHA : 22/11/2021

MOLDE No	1	VOLUMEN DEL MOLDE	2136	cm ³
No DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr	10205	10465	10474	10268
Peso del Molde	gr	6399	6399	6399	6399
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	3806	4066	4075	3869
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.780	1.902	1.906	1.810

Capsula No	No	SUP.		INF.		SUP.		INF.	
		gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Suelo Humedo + Capsula	gr	65.80	70.50	62.80	70.80	60.20	62.40	63.10	63.30
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr	61.20	62.70	55.80	62.00	69.50	56.20	60.40	69.10
Peso del Agua	gr	7.70	7.80	7.00	8.80	10.70	7.20	9.70	11.20
Peso de la Capsula	gr	21.80	21.20	21.70	20.00	21.80	21.50	21.20	20.70
Peso del Suelo Seco	gr	39.40	41.50	34.10	42.00	47.70	33.30	39.20	48.40
% de Humedad	%	19.54%	16.67%	20.5%	20.36%	22.43%	21.62%	22.19%	23.14%
Promedio de Humedad	%	19.17%		20.74%		22.03%		22.67%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.494		1.575		1.562		1.475	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	1.59	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	21.3%	



Wilder Contreras
 Ingeniero Geotécnico y Control de Calidad
 CIP: 209173

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD



ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

PROYECTO INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE OPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN CIRCVNALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021

SOLICITANTE BACH. GUISPE HUARILLOOLA, JHON EDDY
BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER

UBICACION AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCVNALACION SEGUNDO ANILLO

COORDENADA 380920.33 E 8287569.30 S

MUESTRA CALICATA 02 - TERRENO NATURAL

FECHA 22/11/2021

MOLDE No	III		II		I	
	S	C	S	C	S	C
No DE CAPAS	5	5	5	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	25	25	56	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

	gr	12385	12147	12583	12321	12618	12479
Peso Suelo Humedo + Molde							
Peso del Molde	gr	8021	8021	8033	8033	8020	8020
Peso del Suelo Humedo	gr	4364	4126	4550	4288	4598	4459
Volumen del Suelo	cm ³	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	1.878	1.776	1.956	1.846	1.979	1.919

Capcula No	No	M	N	B	V	C	S	D	F	
Suelo Humedo + Capsula	gr	180.14	144.98	178.98	170.99	188.24	159.91	184.86	186.23	157.00
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr	132.10	119.04	150.00	143.03	140.93	136.00	153.45	156.08	133.88
Peso del Agua	gr	28.04	25.24	25.99	27.96	27.31	22.71	31.29	31.25	23.17
Peso de la Capsula	gr	20.35	20.50	25.00	20.50	20.54	23.70	26.57	26.54	24.06
Peso del Suelo Seco	gr	111.75	99.14	130.00	112.53	110.39	113.20	126.88	129.54	109.76
% de Humedad	%	25.09%	25.46%	19.98%	24.89%	24.74%	20.06%	24.62%	24.35%	21.11%
Promedio de Humedad	%	25.28%	19.98%	24.79%	20.06%	24.47%	21.11%			
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.499	1.480	1.569	1.537	1.590	1.595			

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Expansión		Expansión		Expansión	
			Dial	mm %	Dial	mm %	Dial	mm %
08/11/2021	12:00 a.m.		530.0	0.00 0	522.0	0 0	391.0	0 0
08/11/2021	12:00 a.m.	24:00:00	542.0	0.30 0.26	533.0	0.26 0.24	400.5	0.24 0.21
10/11/2021	12:00 a.m.	48:00:00	554.0	0.61 0.52	544.0	0.56 0.48	410.0	0.48 0.42
11/11/2021	12:00 a.m.	72:00:00	566.0	0.91 0.78	555.0	0.84 0.72	419.5	0.72 0.63
12/11/2021	12:00 a.m.	96:00:00	578.0	1.22 1.05	566.0	1.12 0.96	429.0	0.97 0.84

PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III			MOLDE No II			MOLDE No I					
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.
0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		27.3	1.4		31	1.6		34	1.7		34	1.7	
1.27	01:00		38.5	1.9		50	2.5		54	2.7		54	2.7	
1.91	01:30		49.8	2.5		68	3.4		74	3.7		74	3.7	
2.54	02:00	70.31	61.0	3.1		84	4.3		94	4.7		94	4.7	
3.81	03:00		72.3	3.7		97	4.9		114	5.8		114	5.8	
5.09	04:00	105.00	83.5	4.2		110	5.5		134	6.8		134	6.8	
6.35	05:00		94.8	4.8		124	6.2		154	7.8		154	7.8	
7.62	06:00		105.0	5.4		135	6.8		174	8.8		174	8.8	
8.84	07:00		117.3	5.9		147	7.4		194	9.8		194	9.8	
10.15	08:00		128.6	6.5		157	7.9		214	10.8		214	10.8	



Ing. Wilder Colchagua Ruiz
Exp. Geotecnia Control de Calidad
CIP. N° 20914

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

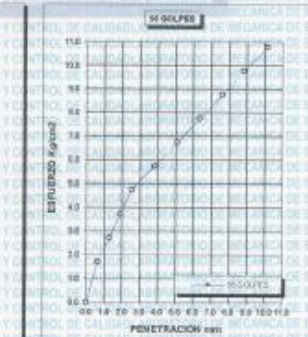
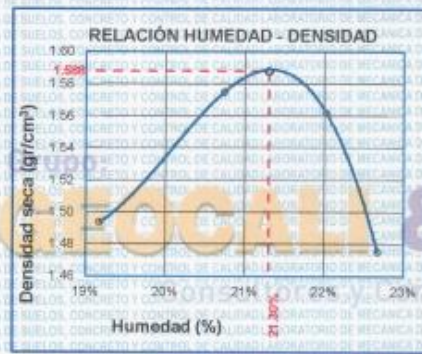


ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

RUC.: 20605082310

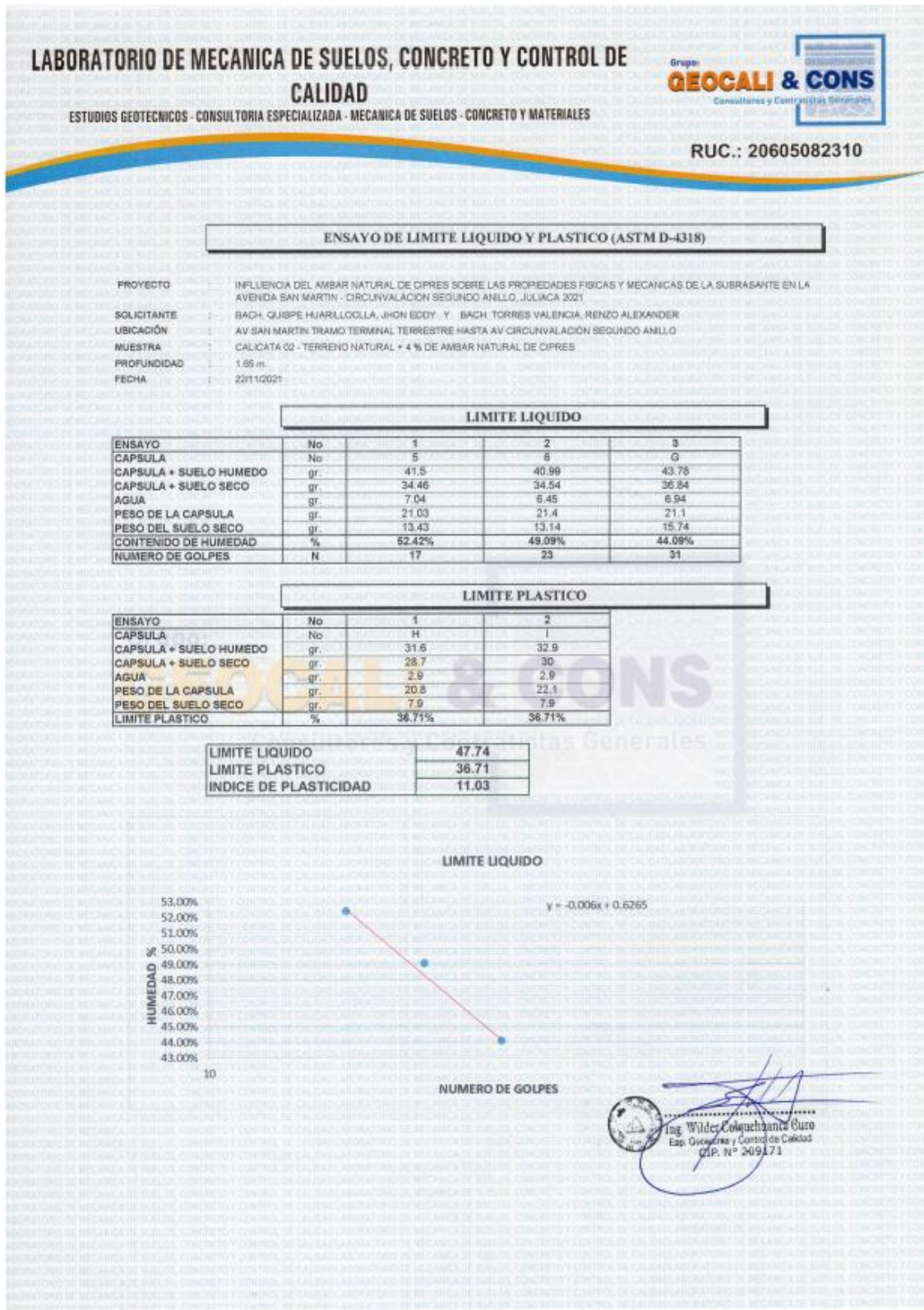
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION MTC E 132-2000

PROYECTO	INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRANSA EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021.	METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557-91
SOLICITANTE	BACH, OLASPE HUANLOCLLA, RON EDOF BACH, TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.59
MUESTRA	CAUCATA 02 - TERRENO NATURAL	HUMEDAD OPTIMA (%)	21.3%
UBICACION	AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	6.7
COORDENADA	180920.35 E 8287568.30 S	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	4.7
FECHA	22/11/2021	CLASIFICACION	MH
		AASHTO	A-7 <20
		EMBEBIDO	4 DIAS



Ing. Wilder Colmanhuasi Ponce
Exp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP. N° 209771

- 4 % de ámbar natural de ciprés incorporado a la calicata 2.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD



ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

RUC.: 20605082310

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021

SOLICITANTE : BACH. OLIVERO HUARILLOCELA, JHON EDY

UBICACION : BACH. TORRES VALENZUELA, RENZO ALEXANDER

COORDENADA : 3809.033 E 8287569.30 S

MUESTRA : CALICATA 02 - TERRENO NATURAL + 4 % DE AMBAR NATURAL DE CIPRES

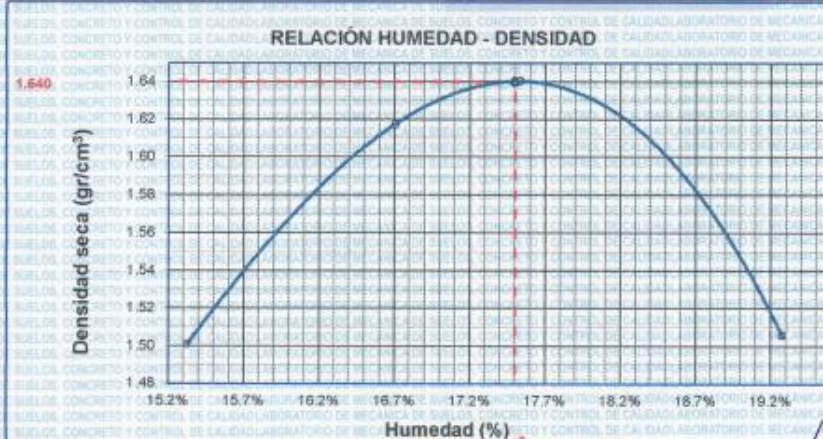
FECHA : Lunes, 22 de Noviembre de 2021

MOLDE No	1	VOLUMEN DEL MOLDE	2138 cm ³
No DE CAPAS	5	GOLPES POR CAPA	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10100	10435	10521	10239
Peso del Molde	gr.	6399	6399	6399	6399
Peso del Suelo Humedo	gr/cm ³	3701	4036	4122	3840
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.731	1.888	1.928	1.796

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	86.30	88.86	80.98	85.31	88.62	88.10	71.00	72.35
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	82.15	82.50	55.00	50.00	80.00	82.00	83.00	84.00
Peso del Agua	gr.	6.15	6.36	5.98	6.31	6.62	7.10	8.00	8.35
Peso de la Capsula	gr.	21.81	21.21	21.72	21.22	21.84	21.05	21.19	21.00
Peso del Suelo Seco	gr.	40.34	41.29	33.28	37.78	38.16	40.05	41.81	43.00
% de Humedad	%	15.25%	15.40%	18.7%	16.70%	17.36%	17.75%	19.15%	19.42%
Promedio de Humedad	%	15.32%		16.70%		17.54%		19.28%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.501		1.618		1.640		1.506	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	1.84 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	17.5%



Ing. Wilder Colmenares Buro
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP N° 209172

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCVINALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021
SOLICITANTE : BADI, QUISEP HUARILLOCLLA, JHON EDDY
 RACH, TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER
UBICACION : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCVINALACION SEGUNDO ANILLO
COORDENADA : 380920.33 E 8287569.30 S
MUESTRA : CALICATA 02 - TERRENO NATURAL + 4 % DE AMBAR NATURAL, DE CIPRES
FECHA : lunes, 22 de Noviembre de 2021

MOLDE No	III		II		I	
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	

Peso Suelo Humedo + Molde	gr	III		II		I	
		SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
Peso del Molde	8033	12356	12104	12494	12353	12587	12450
Peso del Suelo Humedo	4323	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Volumen del Suelo	cm ³	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.861	1.752	1.925	1.864	1.968	1.914

Capsula No	No	M			N			B			V			C			S			D			F		
		gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	
Suelo Humedo + Capsula	100.14	144.88	178.98				170.89	188.24	158.81				154.68	185.23	157.02										
Peso del Suelo Seco + Capsula	130.00	122.94	157.78				147.73	145.43	139.78				159.90	162.88	137.46										
Peso del Agua	24.14	21.94	21.22				23.28	22.81	19.83				24.78	25.55	19.57										
Peso de la Capsula	20.35	20.50	23.00				30.50	30.54	23.70				28.57	28.54	24.09										
Peso del Suelo Seco	115.65	102.44	134.78				117.20	114.88	116.08				133.33	134.14	113.30										
% de Humedad	%	20.67%	21.42%	15.75%			19.84%	19.85%	17.66%				18.57%	19.07%	17.26%										
Promedio de Humedad	%	21.15%			15.75%			19.85%			17.08%			18.81%			17.26%								
Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.536			1.514			1.606			1.592			1.657			1.632								

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
08/11/2021	12:00: a.m.		530.0	0.00	0	522.0	0	0	391.0	0	0
09/11/2021	12:00: a.m.	24:00:00	541.1	0.28	0.24	532.5	0.27	0.23	400.0	0.23	0.20
10/11/2021	12:00: a.m.	48:00:00	552.2	0.56	0.48	543.0	0.53	0.46	409.0	0.46	0.40
11/11/2021	12:00: a.m.	72:00:00	563.3	0.85	0.73	553.5	0.80	0.69	418.0	0.69	0.59
12/11/2021	12:00: a.m.	96:00:00	574.4	1.13	0.97	564.0	1.07	0.92	427.0	0.91	0.79

PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I														
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.											
0.00	0:00		0.0	0.00	0.00					0.0	0.00	0.00													
0.63	00:30		0.6	27.8	1.4			1.6	32	1.6			2.2	34.3	1.7										
1.27	01:00		7.8	58.2	2.9			8.6	62	3.1			11.4	73.5	3.7										
1.91	01:30		10.9	71.4	3.6			16.4	90	4.6			18.1	102.0	5.2										
2.84	02:00	70.31	14.5	86.7	4.4			20.3	111	5.6			24.5	129.1	6.5										
3.91	03:00		20.9	113.8	5.8			30.1	153	7.7			33.8	168.4	8.5										
5.09	04:00	105.00	25.9	135.1	6.8			34.8	173	8.7			43.0	207.7	10.5										
6.36	05:00		28.9	147.8	7.5			36.8	194	9.6			56.4	260.3	13.2										
7.62	06:00		30.8	165.9	7.9			41.4	201	10.2			64.5	288.9	16.1										
8.84	07:00		32.4	162.7	8.2			42.6	206	10.4			74.5	341.3	17.3										
10.16	08:00		33.5	167.3	8.5			43.5	210	10.6			80.6	367.2	18.6										

Ing. Wilder Comanchuca Suro
 Exp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP N° 2091/1

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

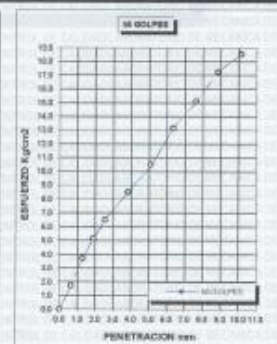
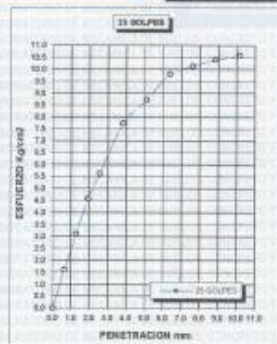
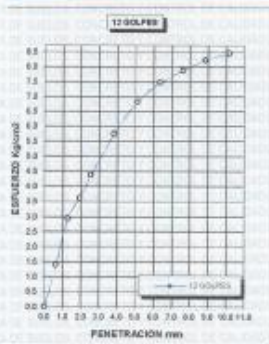
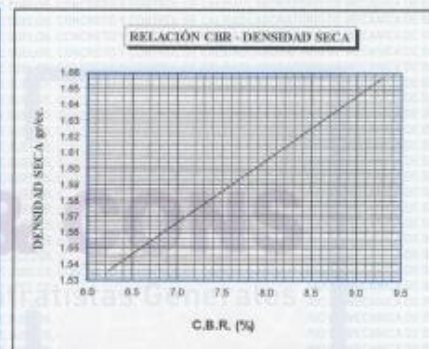
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

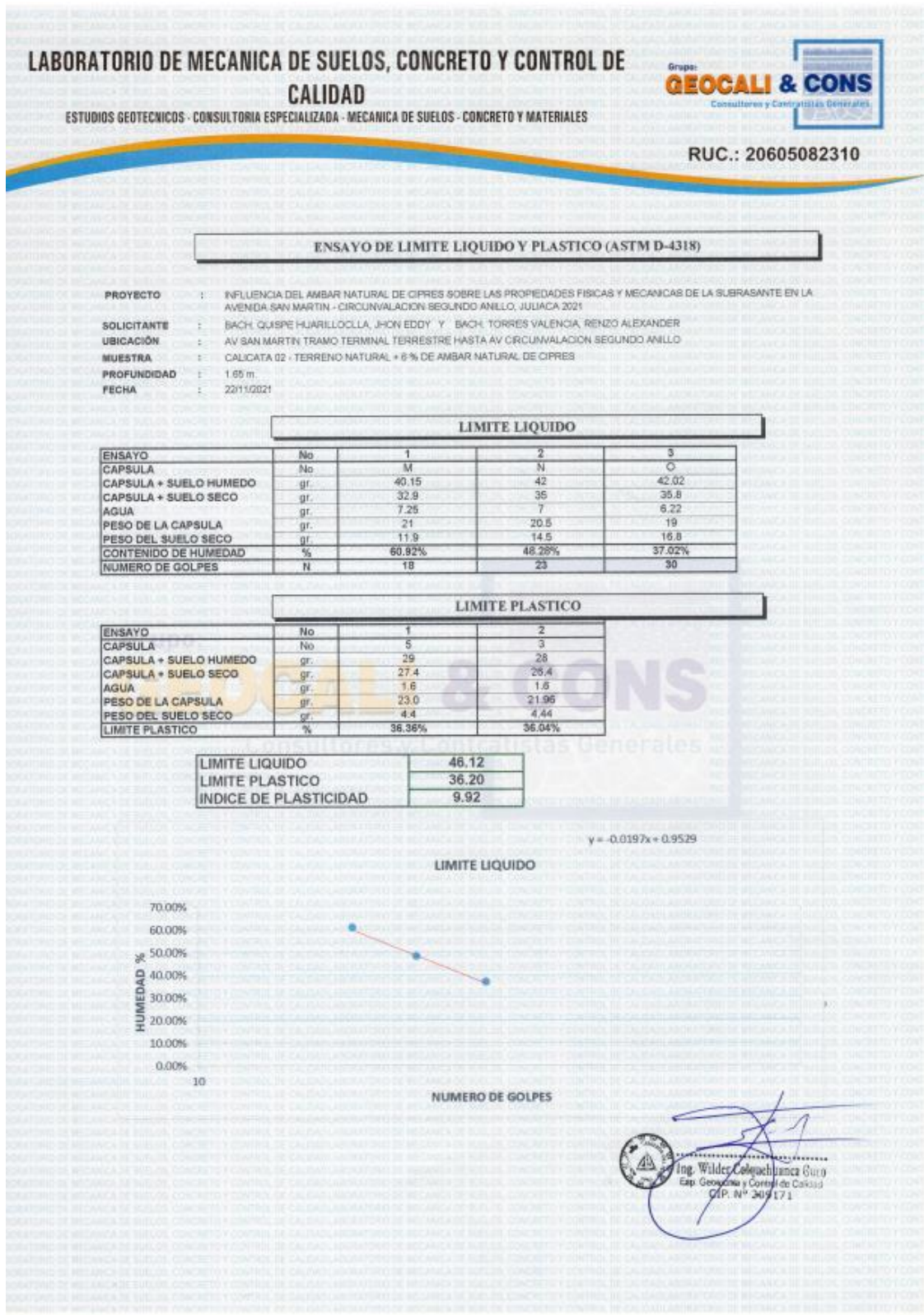
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

PROYECTO	INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUVALACION SEGUNDO ANILLO, AJAJACA 2021	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
SOLICITANTE	BACH. QUIRPE HUARILLOLLA, JHON EDDY BACH. TORRES VALENZUELA, RENZO ALEXANDER	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.64
MUESTRA	CALICATA 02 - TERRENO NATURAL + 4 % DE AMBAR NATURAL DE CIPRES	HUMEDAD OPTIMA (%)	17.5%
UBICACIÓN	AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUVALACION SEGUNDO ANILLO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	8.9
COORDENADA	380920.33 E 8287569.30 S	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	6.8
FECHA	lunes, 22 de Noviembre de 2021	CLASIFICACION	: ML
		AASHTO	: A-7 <18>
		EMBEBIDO	: 4 DIAS




 Ing. Wilder Colaninno Guro
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 C.F.P. N° 209171

- 6 % de ámbar natural de ciprés incorporado a la calicata 2.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

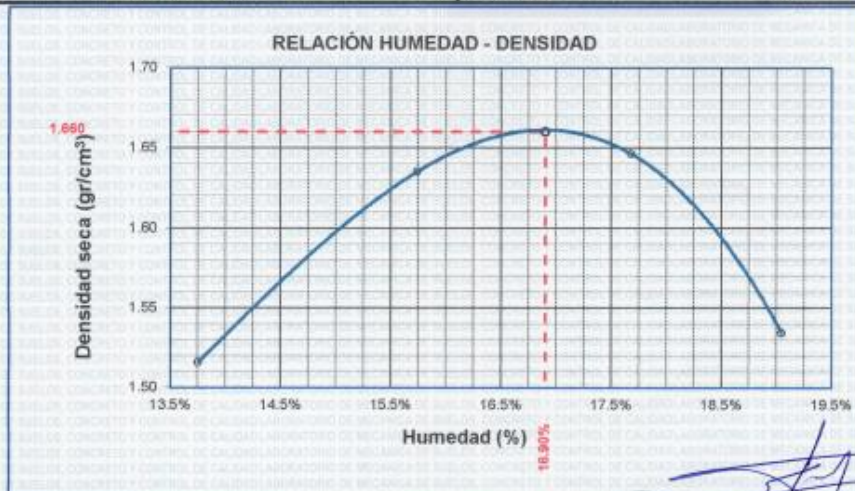
PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021
SOLICITANTE : BACH. QUISEP HUARILLOLLA, JHON EDDY
 BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER
UBICACION : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO
COORDENADA : 380920.33 E 8287569.30 S
MUESTRA : CALICATA 02 - TERRENO NATURAL + 5 % DE AMBAR NATURAL DE CIPRES
FECHA : 22/11/2021

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2138 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10024	10383	10479	10243
Peso del Molde	gr.	8337	8337	8337	8337
Peso del Suelo Humedo	gr/cm ³	3687	4046	4142	3908
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.725	1.892	1.937	1.827

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	182.55	178.20	183.18	184.20	201.87	179.79	188.44	183.31
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	164.00	158.00	162.10	161.80	174.90	168.40	163.70	158.20
Peso del Agua	gr.	18.55	19.20	21.08	22.40	26.97	21.39	25.74	24.11
Peso de la Capsula	gr.	24.40	23.64	23.93	23.69	30.26	30.42	30.62	30.63
Peso del Suelo Seco	gr.	138.32	135.16	138.17	138.11	144.64	127.98	133.08	120.57
% de Humedad	%	13.30%	14.21%	15.2%	16.22%	18.66%	16.71%	19.34%	18.79%
Promedio de Humedad	%	13.75%		15.74%		17.68%		19.05%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.516		1.635		1.646		1.535	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.66 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	16.9%



Ing. Wilder Cordero de la Cruz
 Exp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

PROYECTO INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021.

SOLICITANTE BACH. QUISPE HUARILLOCLA, IHON EDOY
BACH. TORRES VALENCA, RENZO ALEXANDER

UBICACIÓN AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO

COORDENADA 380920.33 E 8287569.30 S

MUESTRA CALICATA 02 - TERRENO NATURAL + 6 % DE AMBAR NATURAL DE CIPRES

FECHA 22/11/2021

MOLDE No	III		II		I	
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	III	II	I		
		11928	11770	12104		
Peso del Molde	gr.	7950	7950	7992	7992	6759
Peso del Suelo Humedo	gr.	3978	3820	4112	3949	4079
Volúmen del Suelo	cm ³	2113.99	2113.99	2110.36	2110.36	2053.96
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	1.881	1.807	1.948	1.871	1.957

Capsula No	No	M			N			B			V			C			S			D			F			
		M	N	B	V	C	S	D	F	M	N	B	V	C	S	D	F	M	N	B	V	C	S	D	F	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	180.14	144.85	178.88	170.89	188.24	159.81	184.46	186.23	157.02																
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	138.85	123.84	156.88	148.73	147.03	140.12	160.93	164.88	138.05																
Peso del Agua	gr.	23.29	21.24	22.32	22.28	21.21	19.49	23.73	23.25	18.97																
Peso de la Capsula	gr.	20.35	20.50	23.00	30.50	30.54	23.70	36.57	38.54	34.09																
Peso del Suelo Seco	gr.	116.50	103.14	133.88	118.23	116.49	116.42	134.36	136.44	113.90																
% de Humedad	%	19.99%	20.59%	16.70%	18.83%	18.21%	16.74%	17.66%	17.04%	16.69%																
Promedio de Humedad	%	20.29%	16.70%	16.70%	18.52%	16.74%	17.35%	17.35%	16.65%																	
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.564	1.548	1.644	1.603	1.603	1.668	1.668	1.658																	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
08/11/2021	10:00: a.m.		854.0	0.00	0	822.0	0	0	391.0	0	0
09/11/2021	10:00: a.m.	24:00:00	864.5	0.27	0.29	531.8	0.25	0.27	389.9	0.23	0.25
10/11/2021	10:00: a.m.	48:00:00	875.0	0.53	0.59	541.6	0.50	0.55	408.8	0.45	0.50
11/11/2021	10:00: a.m.	72:00:00	885.5	0.80	0.88	551.4	0.75	0.82	417.7	0.68	0.75
12/11/2021	10:00: a.m.	96:00:00	896.0	1.07	1.17	561.2	1.00	1.10	426.6	0.90	1.00

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		28.1	1.4		32	1.6		35	1.8		38	2.0	
1.27	01:00		68.7	3.0		87	3.4		85	4.3		88	4.5	
1.91	01:30		87.0	4.4		105	5.3		110	5.6		115	6.0	
2.54	02:00	70.31	110.0	5.6		125	6.3		142	7.2		148	8.0	
3.81	03:00		129.1	6.5		158	8.0		188	9.5		195	10.0	
5.09	04:00	105.00	145.7	7.4		182	9.2		230	11.6		238	12.0	
6.36	06:00		156.3	7.9		200	10.1		281	14.2		290	15.0	
7.62	08:00		166.9	8.4		208	10.5		324	16.4		335	17.0	
8.84	07:00		172.0	8.7		214	10.8		366	18.5		378	19.0	
10.16	08:00		172.8	8.7		219	11.1		388	19.6		400	20.0	

Wilder Coluchanica Curo
 Esp. Geotecnia, Control de Calidad
 CIP. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

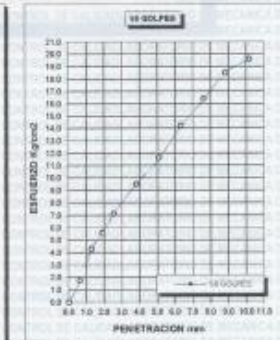
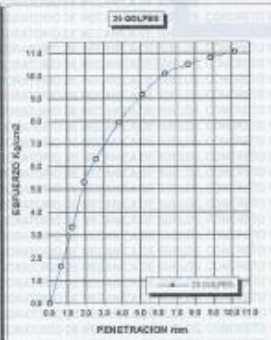
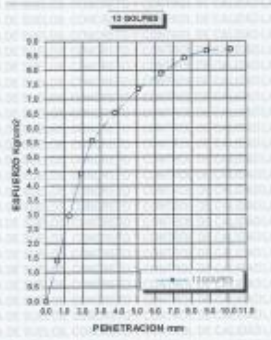
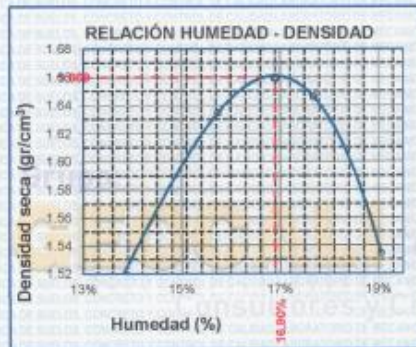
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

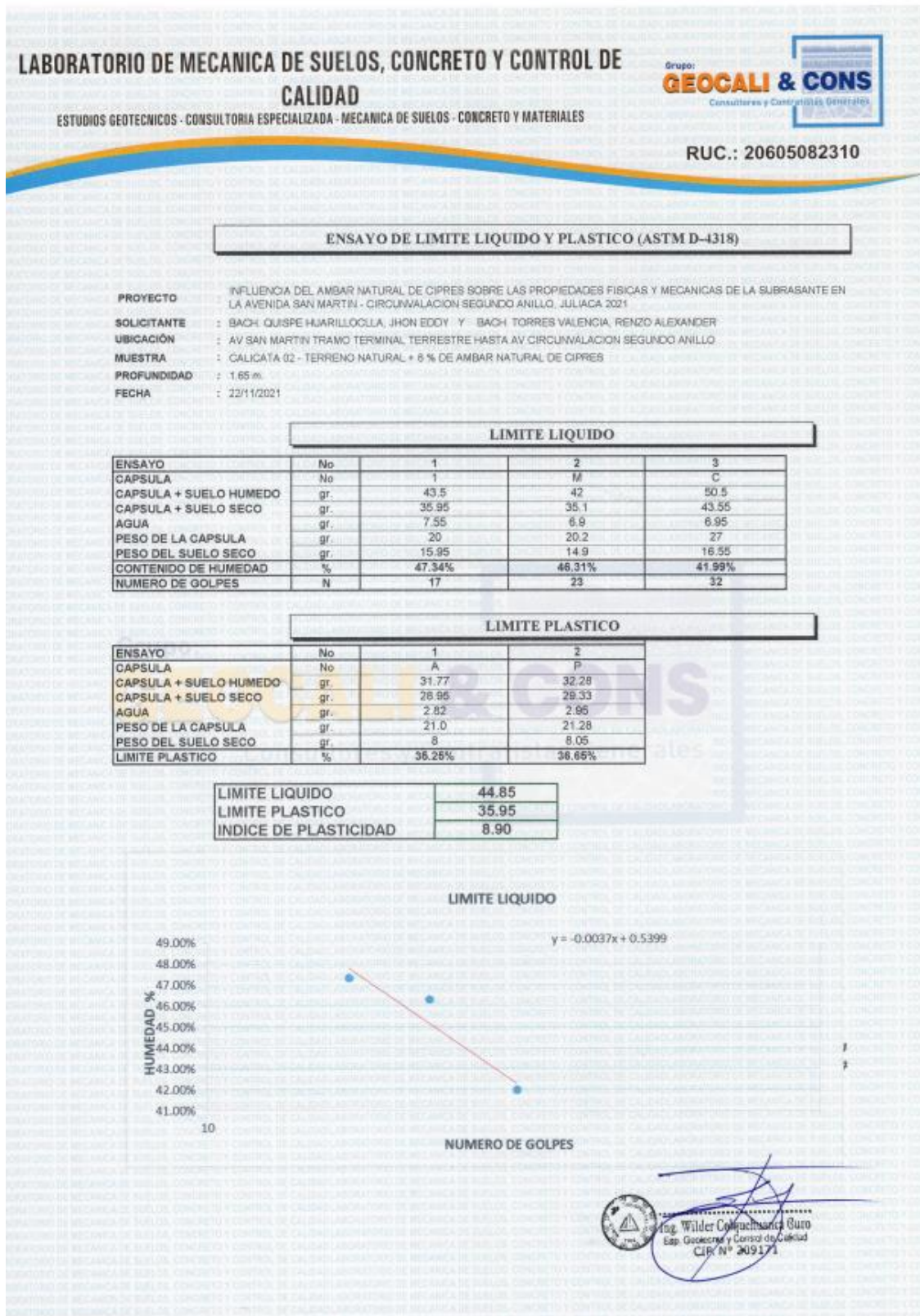
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION MTC E 132-2000

PROYECTO	INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE OPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021	METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91	
SOLICITANTE	BACH. QUISEP HUARILLOCLA, JHON EDDY BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.66
MUESTRA	CACATA 02 - TERRENO NATURAL + 6% DE AMBAR NATURAL DE OPRES	HUMEDAD OPTIMA (%)	16.9%
UBICACION	AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	9.7
COORDENADA	380920.33 E 8287569.30 S	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	8.1
FECHA	22/11/2021	CLASIFICACION	: ML
		AASHTO	: A-7 <17>
		EMBEBIDO	: 4 DIAS




Ing. Walder Caceres Churo
 Exp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP/N° 209171

- 8 % de ámbar natural de ciprés incorporado a la calicata 2.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

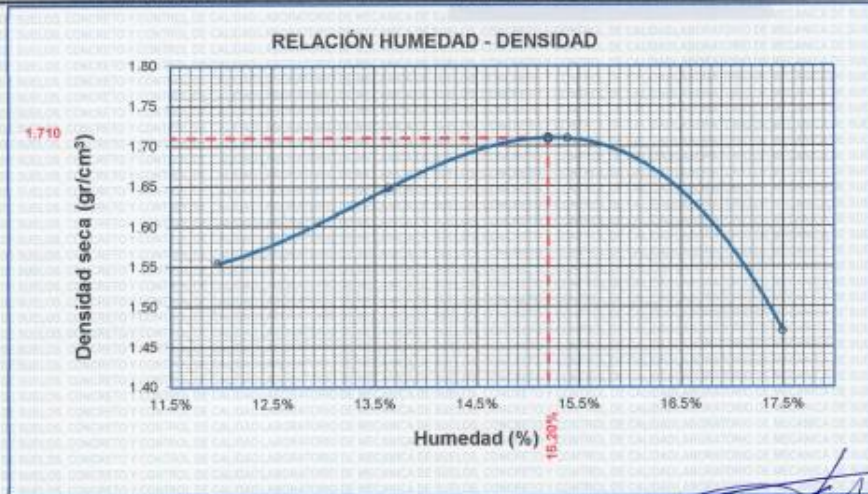
PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021.
SOLICITANTE : BACH. QUISPE HUARILLOCLA, JHON EDDY
UBICACIÓN : BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER
COORDENADA : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO
COORDENADA : 380920.33 E 8287569.30 S
MUESTRA : CAUCATA 02 - TERRENO NATURAL + 8 % DE AMBAR NATURAL DE CIPRES
FECHA : 22/11/2021

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2138 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10068	10351	10565	10040
Peso del Molde	gr.	6347	6347	6347	6347
Peso del Suelo Húmero	gr/cm ³	3721	4004	4218	3693
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.740	1.873	1.973	1.727

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	186.33	177.63	177.68	180.70	191.47	185.19	178.49	189.26
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	169.30	160.95	159.09	162.00	170.48	164.08	156.08	166.09
Peso del Agua	gr.	17.03	16.67	18.59	16.70	21.01	21.11	22.41	23.17
Peso de la Capsula	gr.	24.50	23.67	23.80	23.72	30.24	30.39	30.82	30.81
Peso del Suelo Seco	gr.	144.80	137.03	135.19	136.25	140.22	133.69	125.26	135.48
% de Humedad	%	11.78%	12.16%	13.8%	13.52%	14.88%	15.79%	17.89%	17.10%
Promedio de Humedad	%	11.96%		13.64%		15.39%		17.50%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.554		1.648		1.710		1.470	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.710 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	15.2%



Ing. Wilder Condalmanca Soto
 Exp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 209174

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

PROYECTO INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021.

SOLICITANTE BACH. QUISEP HUARILLOCLLA, IHON EDDY
BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER

UBICACION AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO

COORDENADA 380920.33 E 8287569.30 S

MUESTRA CALICATA 02 - TERRENO NATURAL + 8 % DE AMBAR NATURAL DE CIPRES

FECHA 22/11/2021.

MOLDE No	III		II		I	
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	11952	11839	12111	12055	10907	10856
	Peso del Molde	gr.	7950	7950	7952	7952	8759
Peso del Suelo Humedo	gr.	4002	3889	4119	4064	4148	4107
Volumen del Suelo	cm ³	2113.99	2113.99	2110.36	2110.36	2083.96	2083.96
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	1.893	1.840	1.952	1.926	1.990	1.971

Capsula No	No	M	N		B	V	C		S	D	F
	Suelo Humedo + Capsula	gr.	158.14	142.86	178.06	168.99	198.24	157.61		162.06	186.23
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	137.85	124.14	158.75	149.25	147.43	140.22		162.03	164.38	137.95
Peso de Agua	gr.	20.29	18.74	20.23	19.76	18.81	17.38		20.63	21.85	17.07
Peso de la Capsula	gr.	20.35	20.50	23.00	30.50	30.54	23.70		26.57	28.54	24.09
Peso del Suelo Seco	gr.	117.50	103.64	135.75	118.73	116.59	116.52		135.43	135.84	113.86
% de Humedad	%	17.27%	18.09%	14.90%	15.64%	16.09%	14.92%		15.33%	16.09%	14.26%
Promedio de Humedad	%	17.67%		14.90%	16.37%		14.92%		15.66%		14.99%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.609		1.601	1.677		1.676		1.721		1.714

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
08/11/2021	10:00 a.m.		454.0	0.00	0	622.0	0	0	591.0	0	0
08/11/2021	10:00 a.m.	24:00:00	454.0	0.25	0.28	631.6	0.24	0.27	659.2	0.21	0.23
10/11/2021	10:00 a.m.	48:00:00	474.0	0.51	0.56	641.2	0.49	0.54	607.4	0.42	0.46
11/11/2021	10:00 a.m.	72:00:00	454.0	0.76	0.84	650.8	0.73	0.81	615.8	0.62	0.68
12/11/2021	10:00 a.m.	96:00:00	494.0	1.02	1.12	660.4	0.98	1.07	623.8	0.83	0.92

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I				
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	
0.00	0:00			0.00	0.00		0.00	0.00			0.00	0.00		0.00	0.00
0.63	00:30			38.7	2.0		40	2.0			49	2.5		49	2.5
1.27	01:00			74.8	3.8		93	4.7			93	4.7		93	4.7
1.91	01:30			112.1	5.7		136	6.9			145	7.3		145	7.3
2.54	02:00	70.31		152.0	7.7		171	8.6			188	9.5		188	9.5
3.81	03:00			198.3	10.0		219	11.1			262	13.2		262	13.2
5.09	04:00	105.00		243.0	12.3		266	13.4			310	15.7		310	15.7
6.35	05:00			274.3	13.9		317	16.0			347	17.5		347	17.5
7.52	06:00			300.2	15.2		360	18.2			372	18.8		372	18.8
8.84	07:00			322.7	16.3		387	19.6			387	19.6		387	19.6
10.16	08:00			334.6	16.9		400	20.2			400	20.2		400	20.2



Ing. Wilder Colmancho Suro
Esp. Geotecnia - Control de Calidad
CIP. N° 289171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

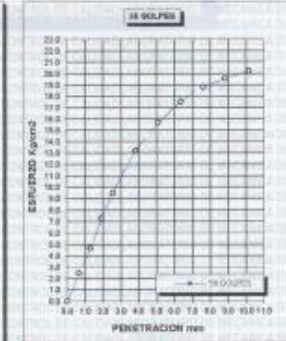
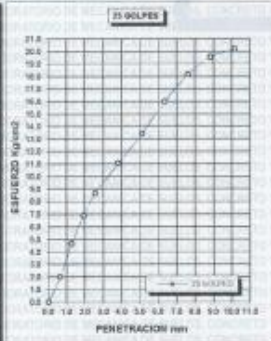
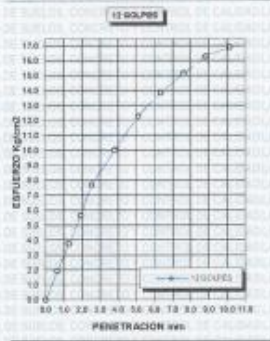
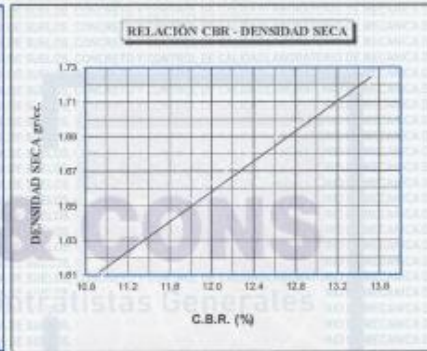
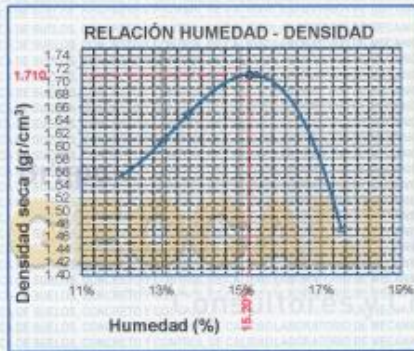
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION MTC E 132-2000

PROYECTO	INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021	METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91	
SOLICITANTE	BACH. QUISPE HUARILLOLLA, JHON EDDY BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.71
MUESTRA	CAJAYATA 02 - YMBROS NATURAL 1.8% DE AMBAR NATURAL DE CIPRES	HUMEDAD OPTIMA (%)	15.2%
UBICACION	AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUVALACION SEGUNDO ANILLO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	13.2
COORDENADA	380920.33 E 8287569.30 S	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	11.2
FECHA	22/11/2021	CLASIFICACION	: ML
		AASHTO	: A-7 <16>
		EMBEBIDO	: 4 DIAS




 Ing. Wilber Ojeda Alcazar
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 209171

- 10 % de ámbar natural de ciprés incorporado a la calicata 2.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo
GEOCALI & CONS
Consultores y Controladas Generales

RUC.: 20605082310

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

PROYECTO	:	INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021
SOLICITANTE	:	BACH. QUESPE HJARILLOCLA, JHON EDDY Y BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER
UBICACION	:	AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO
MUESTRA	:	CALICATA 02 - TERRENO NATURAL + 10 % DE AMBAR NATURAL DE CIPRES
PROFUNDIDAD	:	1.65 m.
FECHA	:	22/11/2021

LIMITE LIQUIDO				
ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	5	4	3
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	41.2	41.6	41.35
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	34.89	35.3	36.06
AGUA	gr.	6.31	6.3	6.29
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.9	21.9	21
PESO DEL SUELO SECO	gr.	12.99	13.4	14.06
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	48.86%	47.01%	44.74%
NUMERO DE GOLPES	N	18	24	34

LIMITE PLASTICO			
ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	A	B
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	29	28
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	27.4	26.4
AGUA	gr.	1.6	1.6
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.5	21.59
PESO DEL SUELO SECO	gr.	4.36	4.38
LIMITE PLASTICO	%	36.70%	36.53%

LIMITE LIQUIDO	46.86
LIMITE PLASTICO	36.61
INDICE DE PLASTICIDAD	10.24

LIMITE LIQUIDO

$y = -0.0024x + 0.5282$

Ing. Wilder Colquechaca Curo
Equip. Geotecnia y Control de Calidad
CIP N° 209171

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

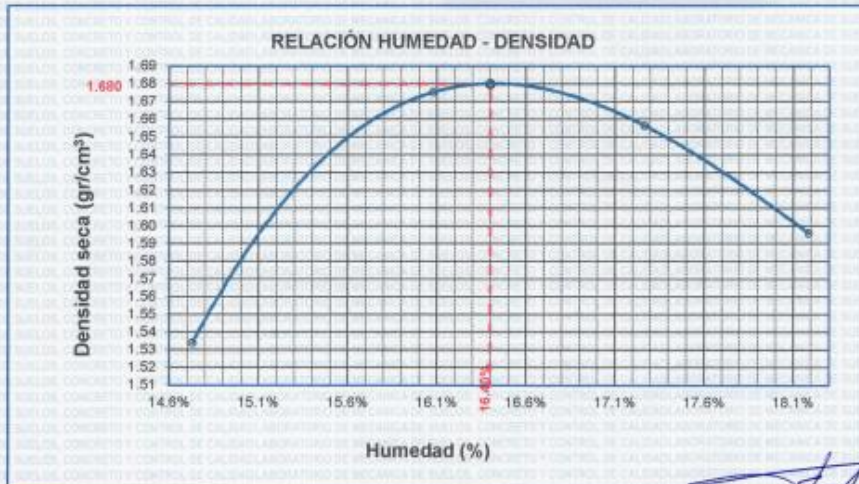
PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JUJUA 2021
SOLICITANTE : BACH. QUISEP HUARILLDCLA, IHON EDDY
UBICACIÓN : BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER
COORDENADA : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO
COORDENADA : 380920.33 E 8287569.30 S
MUESTRA : CALCATA 02 - TERRENO NATURAL + 10% DE AMBAR NATURAL DE CIPRES
FECHA : 22/11/2021

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2138	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10110	10505	10500	10380
Peso del Molde	gr.	6347	6347	6347	6347
Peso del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	3763	4158	4153	4033
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	1.760	1.945	1.942	1.686

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	216.77	216.88	213.67	209.00	230.25	198.98	156.64	189.47
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	191.58	194.21	187.12	183.42	199.89	171.29	137.91	147.52
Peso del Agua	gr.	25.21	24.67	26.55	25.58	30.36	25.67	18.93	21.95
Peso de la Capsula	gr.	23.82	23.23	23.06	23.32	23.37	23.20	30.41	30.54
Peso del Suelo Seco	gr.	167.74	170.98	164.09	160.10	176.52	148.09	107.50	116.90
% de Humedad	%	15.03%	14.47%	16.2%	15.98%	17.20%	17.33%	17.81%	18.76%
Promedio de Humedad	%	14.73%		16.06%		17.27%		18.19%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.534		1.675		1.656		1.596	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.68	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	16.4%	



Ing. Wladimir Coluchmanca Suro
Especialista en Geotecnia y Control de Calidad
C.I.P. N° 209471

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

PROYECTO : I. INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - ORCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, LUDICA 2021

SOLICITANTE : BACH. GUISEP HUARILOCUA, JHON EDDY
BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER

UBICACION : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO

COORDENADA : 360R20 33 E 62B7969 30 S

MUESTRA : CALICATA 02 - TERRENO NATURAL + 10% DE AMBAR NATURAL DE CIPRES

FECHA : 22/11/2021

MOLDE No	III		II		I	
	5		5		5	
No DE CAPAS	12		25		55	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		55	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr	12240	12025	12420	12276	11162	11052
	Peso del Molde	gr	7950	7950	7950	7950	6759
Peso del Suelo Humedo	gr	4290	4075	4428	4264	4403	4293
Volumen del Suelo	cm ³	2113.99	2113.99	2110.36	2110.36	2083.96	2083.96
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.029	1.928	2.096	2.030	2.113	2.060

Capítulo No	No	M	N	B	V	C	S	D	F	
	Suelo Humedo + Capsula	gr	340.06	341.28	332.11	340.82	351.38	276.40	340.41	352.66
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr	264.40	269.00	261.40	260.26	301.10	198.40	264.52	305.90	271.96
Peso del Agua	gr	55.29	52.28	40.71	50.56	50.28	26.00	45.89	47.08	38.03
Peso de la Capsula	gr	39.21	39.83	39.05	39.17	39.99	38.44	39.00	39.86	38.77
Peso del Suelo Seco	gr	245.48	249.17	231.62	251.09	262.11	159.96	255.99	268.04	233.09
% de Humedad	%	22.02%	20.98%	18.12%	20.14%	19.16%	16.25%	17.94%	17.70%	16.52%
Promedio de Humedad	%	21.75%	18.17%	19.66%	18.25%	17.52%	16.32%			
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.667	1.859	1.753	1.746	1.793	1.771			

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
08/11/2021	10:00 a.m.		530.0	0.00	0	522.0	0	0	432.0	0	0
09/11/2021	10:00 a.m.	24:00:00	540.8	0.27	0.24	531.9	0.25	0.22	440.9	0.23	0.20
10/11/2021	10:00 a.m.	48:00:00	551.6	0.55	0.47	541.8	0.50	0.43	449.8	0.45	0.39
11/11/2021	10:00 a.m.	72:00:00	562.4	0.82	0.71	551.7	0.75	0.65	458.7	0.68	0.59
12/11/2021	10:00 a.m.	96:00:00	573.2	1.10	0.94	561.6	1.01	0.86	467.6	0.90	0.78

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Consec.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Consec.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Consec.
0.00	0:00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.63	00:30		0.8	28.5	1.4		1.8	33	1.7		2.4	35	1.8	
1.27	01:00		9.9	67.2	3.4		10.8	71	3.6		11.3	73	3.7	
1.91	01:30		16.4	94.7	4.8		19.0	106	5.3		20.2	111	5.6	
2.54	02:00	70.31	19.8	109.2	5.5		25.8	135	6.8		29.1	149	7.5	
3.81	03:00		27.4	141.4	7.1		34.6	172	8.7		42.3	205	10.3	
5.09	04:00	105.00	31.8	160.1	8.1		40.8	198	10.0		53.6	253	12.8	
6.36	05:00		33.9	169.0	8.6		43.4	209	10.6		64.8	300	16.2	
7.62	06:00		34.8	172.8	8.7		45.1	217	10.9		75.6	346	17.5	
8.84	07:00		35.6	176.2	8.9		46.1	221	11.2		83.6	390	19.2	
10.16	08:00		36.2	178.8	9.0		47.2	225	11.4		90.0	407	20.6	

Ing. Wilmar Ceballos Curo
 Ing. Geotécnico y Control de Calidad
 CIP. N° 209171

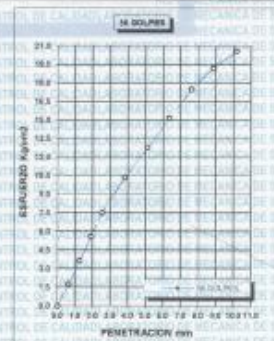
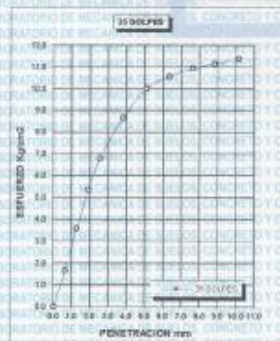
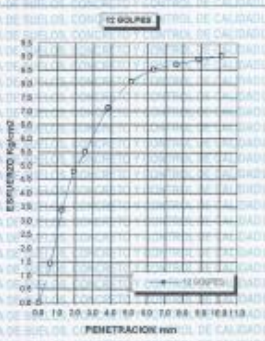
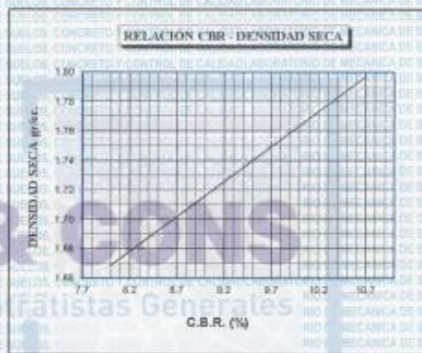
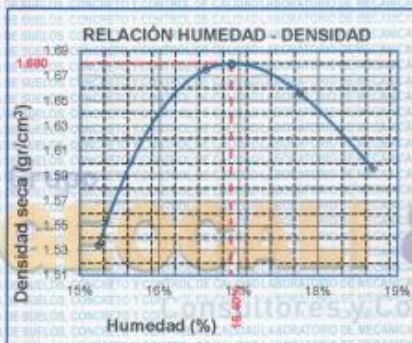
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION MTC E 132-2000

PROYECTO	INFLUENCIA DEL AMRAZ NATURAL DE OPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - ORCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021.	METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91
SOLICITANTE	BACH, QUIBRI HUARILLOCLA, JHON EDOY BACH, TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER	MAXIMA DENSIDAD Se LA (gr/cm³) 1.64 HUMEDAD OPTIMA (%) 16.4% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 10.4% CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 8.5
MUESTRA	OPRES	
UBICACION	AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV ORCUNVALACION SEGUNDO ANILLO	CLASIFICACION : ML
COORDENADA	809920.33 E 8287569.30 S	AASHTO : A-7 <17
FECHA	22/11/2021	EMBEBIDO : 4 DIAS



Ing. Wilber Consultores C.A.

 Edif. Guano y Controlista Generales

 C.I.P. N° 209171

• CALICATA 3

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021
SOLICITANTE : BACH. QUISPE HUARILLOCLA, JHON EDDY Y BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER
UBICACION : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO
MUESTRA : CALICATA 03 - TERRENO NATURAL
PROFUNDIDAD : 1.70 m.
FECHA : 22/11/2021

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. % Pasa En Peso	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						P.L.= 600.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 31.68
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 568.32
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 25.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA: L.L.= 47.89 L.P.= 33.62 I.P.= 14.37
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/4"	6.350						
No4	4.750	42.80	7.13	7.13	92.87		CARACT. GRANULOMETRICAS: D10= --- Cu= --- D30= --- Cc= --- D60= ---
No8	2.380						
No10	2.000	5.60	0.93	8.00	92.00		
No18	1.190						
No20	0.840	8.90	1.48	9.38	90.62		CLASIFICACION: SUCS : ML AASHTO : A-7(20)
No30	0.590						
No40	0.420	0.30	0.05	9.42	90.58		
No 50	0.300	2.21	0.37	9.77	90.23		
No80	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	3.72	0.62	10.34	89.66		
No200	0.074	10.95	1.83	12.04	87.96		
BASE		568.32	94.72	100.00	0.00		OBSERVACIONES:
TOTAL		600.00	100.00				
% PERDIDA		94.72					



Ing. Wilder Colindres Curo
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP: N° 209174

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021
 SOLICITANTE : BACH. GUISPE HUIARILLI OCLLA, JHON EDDY Y BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER
 UBICACION : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO
 MUESTRA : CALICATA 03 - TERRENO NATURAL
 PROFUNDIDAD : 1.70 m.
 FECHA : 22/11/2021

LIMITE LIQUIDO

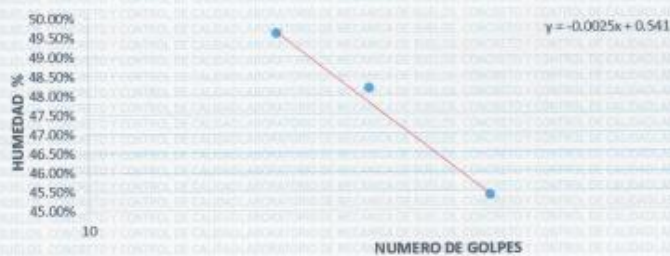
ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	4	F	D
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	39.3	36.1	45.8
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	33	32.6	38.2
AGUA	gr.	6.3	5.3	7.4
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.3	21.8	21.9
PESO DEL SUELO SECO	gr.	12.7	11	16.3
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	48.81%	48.18%	46.40%
NUMERO DE GOLPES	N	18	24	36

LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	1	P
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	31.1	32.3
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	28.5	29.5
AGUA	gr.	2.5	2.8
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21	21.3
PESO DEL SUELO SECO	gr.	7.6	8.2
LIMITE PLASTICO	%	32.89%	34.16%

LIMITE LIQUIDO	47.89
LIMITE PLASTICO	33.52
INDICE DE PLASTICIDAD	14.37

LIMITE LIQUIDO




 Ing. Wilder Coluchuca
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 309171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

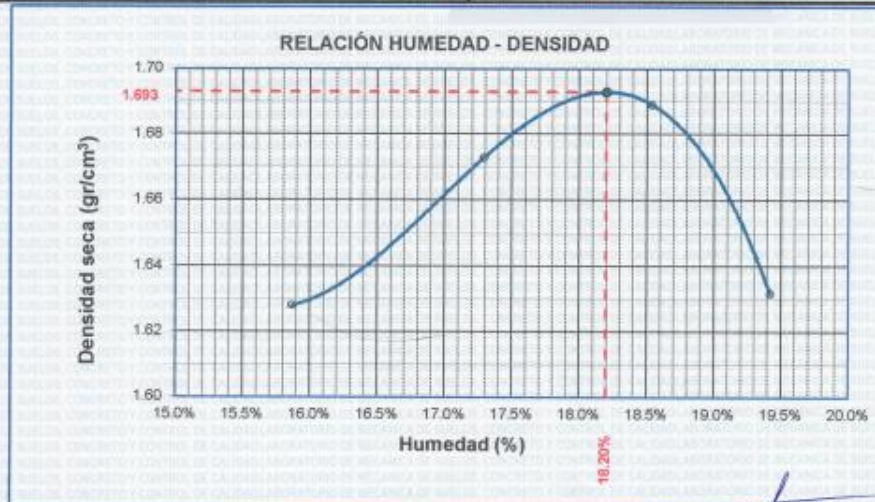
PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021
SOLICITANTE : BACH. QUISPE HUARILLOCLA, JHON EDDY
 : BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER
UBICACIÓN : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO
COORDENADA : 381447.46 E 8267767.84 S
MUESTRA : CALICATA 03 - TERRENO NATURAL
FECHA : 22/11/2021

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2138	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10380	10542	10628	10513
Peso del Molde	gr.	6347	6347	6347	6347
Peso del Suelo Humedo	gr/cm ³	4033	4195	4281	4166
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.886	1.962	2.002	1.949

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	131.40	120.00	133.20	121.60	108.67	134.32	114.45	112.58
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	116.86	106.58	116.96	107.28	85.14	117.27	99.86	98.43
Peso del Agua	gr.	14.54	13.42	16.24	14.41	13.53	17.05	14.59	14.15
Peso de la Capsula	gr.	23.01	23.95	23.01	23.95	23.41	23.71	25.60	24.70
Peso del Suelo Seco	gr.	93.85	82.63	89.85	83.33	71.73	93.56	74.26	73.73
% de Humedad	%	15.49%	16.24%	17.3%	17.25%	18.88%	18.22%	19.85%	19.19%
Promedio de Humedad	%	15.87%		17.29%		18.54%		19.42%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.628		1.673		1.689		1.632	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.69	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	18.2%	



Ing. Wilber Colaschosa Guro
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 C.P. N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

PROYECTO INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, AJUACA 2021

SOLICITANTE BACH. QUISPE HUARILLOCLA, IHON EDDY
BACH. TORRES VALENZUELA, RENZO ALEXANDER

UBICACION AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO

COORDENADA 381447.46 E 8287767.84 S

MUESTRA CALCATA 03 - TERRENO NATURAL

FECHA 22/11/2021

MOLDE No	III		II		I	
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	

Peso Suelo Humedo + Molde	gr	12675	12220	12674	12401	12839	12648
		Peso del Molde	8021	8021	8033	8033	8020
Peso del Suelo Humedo	gr	4654	4199	4641	4368	4819	4628
Volumen del Suelo	cm ³	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.003	1.807	1.997	1.880	2.074	1.992

Capsula No	No	M	N	B	V	C	S	O	F	
		Suelo Humedo + Capsula	gr	132.60	124.56	183.74	175.04	173.78	140.44	161.71
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr	111.81	101.11	142.06	148.98	147.83	122.55	156.63	156.09	161.84
Peso del Agua	gr	20.79	23.45	21.68	26.06	25.95	17.89	25.08	21.44	24.10
Peso de la Capsula	gr	18.78	18.83	23.80	23.85	23.52	23.78	23.33	24.51	22.83
Peso del Suelo Seco	gr	93.03	81.48	118.26	125.30	124.31	98.78	133.30	133.55	139.01
% de Humedad	%	22.30%	28.78%	18.33%	20.81%	20.88%	18.11%	18.87%	16.86%	13.88%
Promedio de Humedad	%	26.86%		18.33%	20.84%		18.11%	18.86%		16.88%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.596	1.527	1.653	1.692	1.745	1.678			

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
13/11/2021	10:00 a.m.		540.0	0.00	0	512.2	0	0	400.6	0	0
14/11/2021	10:00 a.m.	24:00:00	550.0	0.25	0.22	522.0	0.25	0.21	410.2	0.24	0.21
15/11/2021	10:00 a.m.	48:00:00	560.0	0.51	0.44	531.8	0.50	0.43	419.8	0.49	0.42
16/11/2021	10:00 a.m.	72:00:00	570.0	0.76	0.65	541.8	0.75	0.64	429.4	0.73	0.63
17/11/2021	10:00 a.m.	96:00:00	580.0	1.02	0.87	551.4	1.00	0.86	439.0	0.98	0.85

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.
0.00	0:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	00:30		0.5	27.4	1.4	1.4	31	1.8		2.6	36	1.8		
1.27	01:00		3.0	38.0	1.9	4.5	44	2.2		7.2	56	2.8		
1.91	01:30		5.5	48.6	2.5	7.6	57	2.9		11.8	75	3.8		
2.54	02:00	70.31	8.0	59.3	3.0	10.7	71	3.6		16.4	95	4.8		
3.18	03:00		11.1	72.2	3.7	13.8	84	4.2		21.9	118	6.0		
3.82	04:00	105.00	13.9	84.1	4.3	17.5	99	5.0		26.8	139	7.0		
4.46	05:00		16.9	96.9	4.9	21.3	116	5.8		31.8	159	8.1		
5.10	06:00		19.5	107.9	5.5	24.4	129	6.5		36.9	182	9.2		
5.74	07:00		21.6	116.8	5.9	27.4	141	7.1		40.9	199	10.0		
6.38	08:00		23.0	122.8	6.2	29.3	149	7.6		44.0	212	10.7		



Ing. Wilder Colquechamani Curo
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
C.I.P. N° 209172

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

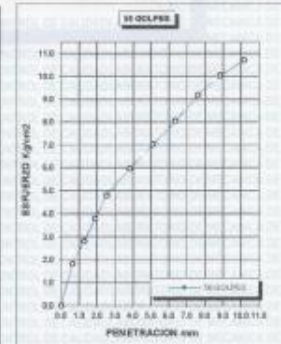
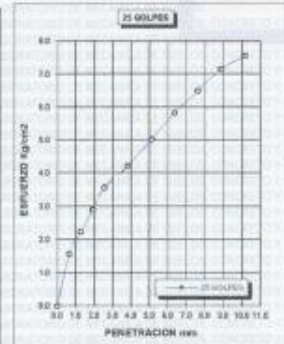
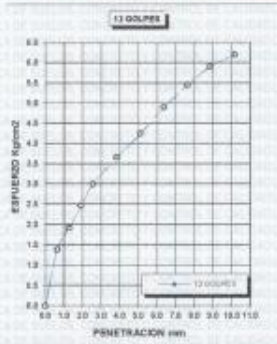
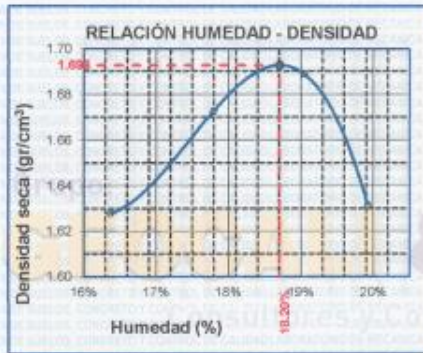
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION MTC E 132-2000

PROYECTO	INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021	METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91	
SOLICITANTE	BACH. QUISEP HUARILLOCLLA, IHON EDDY BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.)	1.69
MUESTRA	CALICATA 03 - TERRENO NATURAL	HUMEDAD OPTIMA (%)	18.2%
UBICACION	AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	6.5
COORDENADA	381447.46 E 8287767.84 S	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	5.3
FECHA	22/11/2021	CLASIFICACION	: ML
		AASHTO	: A-7 <20
		EMBEBIDO	: 4 DIAS





 Ing. Wilder Colquhuanca Suro
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP. N° 309171

- 4 % de ámbar natural de ciprés incorporado a la calicata 3.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

Grupo:
GEOCALI & CONS
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021

SOLICITANTE : BACH. QUISEP HUARILLOLLA, JHON EDOY Y BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER

UBICACIÓN : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO

MUESTRA : CALICATA 03 - TERRENO NATURAL + 4% DE AMBAR NATURAL DE CIPRES

PROFUNDIDAD : 1.70 m.

FECHA : 22/11/2021

LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	A	2	C
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	37.95	36.75	44.25
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	32.5	32.3	37.7
AGUA	gr.	5.45	4.45	6.55
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.35	22.95	21.05
PESO DEL SUELO SECO	gr.	11.15	9.65	16.65
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	48.88%	46.11%	39.34%
NUMERO DE GOLPES	N	18	25	33


LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	D	E
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	30.7	31.9
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	28.4	29.22
AGUA	gr.	2.3	2.68
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.12	20.55
PESO DEL SUELO SECO	gr.	7.28	8.67
LIMITE PLASTICO	%	31.58%	30.91%

LIMITE LIQUIDO	44.99
LIMITE PLASTICO	31.25
INDICE DE PLASTICIDAD	13.74

$y = -0.0054x + 0.6102$

LIMITE LIQUIDO



Ing. Wilder Colechianca Curo
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP. N° 249171

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021

SOLICITANTE : BACH. QUISPE HUARILLOCLA, JHON EDDY
BACH. TORRES VALENCA, RENZO ALEXANDER

UBICACION : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO

COORDENADA : 381447.45 E 8257767.84 S

MUESTRA : CALCATA G3 - TERRENO NATURAL + 4% DE AMBAR NATURAL DE CIPRES

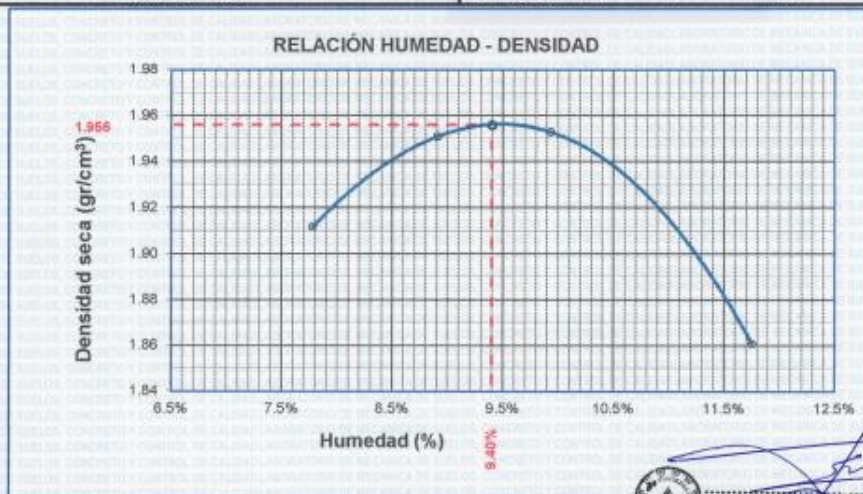
FECHA : 22/11/2021

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2138 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10752	10890	10937	10793
Peso del Molde	gr.	6347	6347	6347	6347
Peso del Suelo Humedo	gr/cm ³	4405	4543	4590	4446
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	2.080	2.125	2.147	2.080

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	84.56	84.59	85.70	85.96	88.22	88.69	89.45	90.25
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	78.97	79.88	80.47	80.75	82.18	82.04	82.35	82.58
Peso del Agua	gr.	4.59	4.61	5.23	5.23	6.04	6.05	7.10	7.26
Peso de la Capsula	gr.	21.15	20.50	21.90	21.96	21.40	21.71	21.51	21.87
Peso del Suelo Seco	gr.	58.82	58.48	56.57	58.79	60.78	60.93	60.84	61.32
% de Humedad	%	7.80%	7.75%	8.9%	8.90%	9.94%	8.95%	11.67%	11.84%
Promedio de Humedad	%	7.78%		8.91%		9.93%		11.75%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.912		1.951		1.953		1.861	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.96 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	9.4%



Ing. Walter Colquhuanza Curo
Especialista Geotecnia y Control de Calidad
CIP. N° 200171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021
SOLICITANTE : BACH. QUISPE HUARILLOCLLA, JHON EDDY
 BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER
UBICACION : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO
COORDENADA : 381447.48 E 8287767.84 S
MUESTRA : CALICATA 03 - TERRENO NATURAL + 4% DE AMBAR NATURAL DE CIPRES
FECHA : 22/11/2021

MOLDE No	III		II		I	
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	

	gr.	12387	12203	12638	12437	12628	12548
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8014	8014	8014	8014	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4383	4189	4624	4423	4612	4534
Peso del Suelo Humedo	cm ³	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.088	1.976	2.162	2.087	2.176	2.139

Capsula No	No	M			N			B			V			C			S			D			F		
		gr.	mm	mm	gr.	mm	mm	gr.	mm	mm	gr.	mm	mm	gr.	mm	mm	gr.	mm	mm	gr.	mm	mm	gr.	mm	mm
Suelo Humedo + Capsula	gr.	70.40	84.20	74.90				74.80	84.90	73.40				77.90	71.80	97.70				72.40	88.90	91.19			
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	64.90	76.80	89.91				68.80	77.80	88.85				72.40	68.90	91.19				64.90	76.80	89.91			
Peso del Agua	gr.	5.90	7.60	4.59				5.80	6.70	4.55				5.50	5.00	6.51				5.50	5.00	6.51			
Peso de la Capsula	gr.	20.35	20.50	20.60				21.40	21.30	20.10				21.00	21.00	21.80				21.00	21.00	21.80			
Peso del Suelo Seco	gr.	44.15	56.10	49.31				47.40	56.50	48.75				51.40	47.90	69.39				51.40	47.90	69.39			
% de Humedad	%	13.36%	13.50%	8.31%				12.24%	11.86%	9.33%				10.20%	10.44%	9.38%				10.20%	10.44%	9.38%			
Promedio de Humedad	%	13.46%			9.31%			12.06%			9.33%			10.57%			9.38%								
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.823			1.808			1.947			1.909			1.968			1.966								

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
13/11/2021	10:00: a.m.		164.0	0.00	0	165.0	0	0	165.0	0	0
14/11/2021	10:00: a.m.	24:00:00	173.8	0.25	0.21	174.7	0.25	0.21	174.6	0.24	0.21
15/11/2021	10:00: a.m.	48:00:00	183.6	0.50	0.43	184.4	0.49	0.42	184.2	0.49	0.42
16/11/2021	10:00: a.m.	72:00:00	193.4	0.75	0.64	194.1	0.74	0.63	193.5	0.73	0.63
17/11/2021	10:00: a.m.	96:00:00	203.2	1.00	0.85	203.8	0.99	0.84	203.4	0.98	0.84

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Consec.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Consec.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Consec.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		26.0	1.3		34	1.7		50	2.5		74	3.7	
1.27	01:00		59.0	3.0		72	3.6		93	4.7		113	5.7	
1.91	01:30		72.0	3.6		91	4.6		139	7.0		160	8.1	
2.54	02:00	70.31	86.0	4.3		105	5.3		183	9.3		203	10.3	
3.81	03:00		102.0	5.2		125	6.3		179	9.0		186	9.4	
5.09	04:00	105.00	117.0	5.9		142	7.2							
6.35	05:00		132.0	6.7		156	7.9							
7.62	06:00		146.0	7.4		169	8.5							
8.64	07:00		155.0	7.9		179	9.0							
10.16	08:00		164.0	8.3		186	9.4							


 Ing. Wilder Cahuachandi Curo
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIB: N° 20517

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

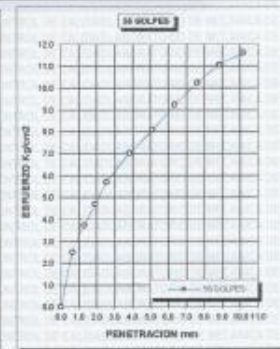
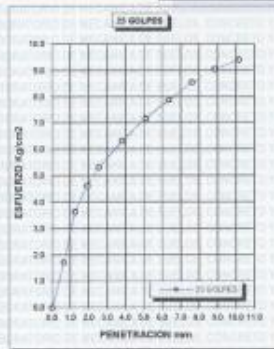
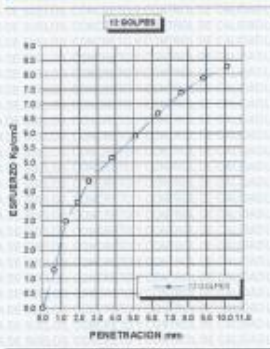
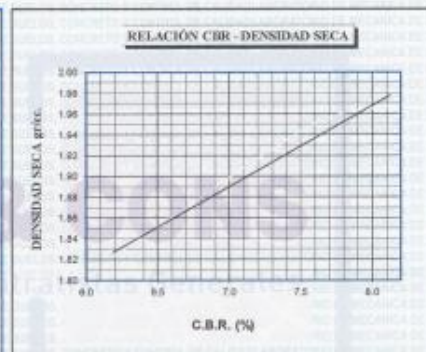
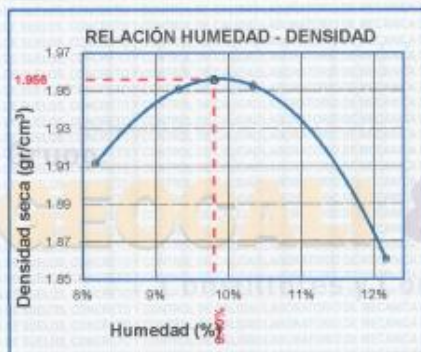
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

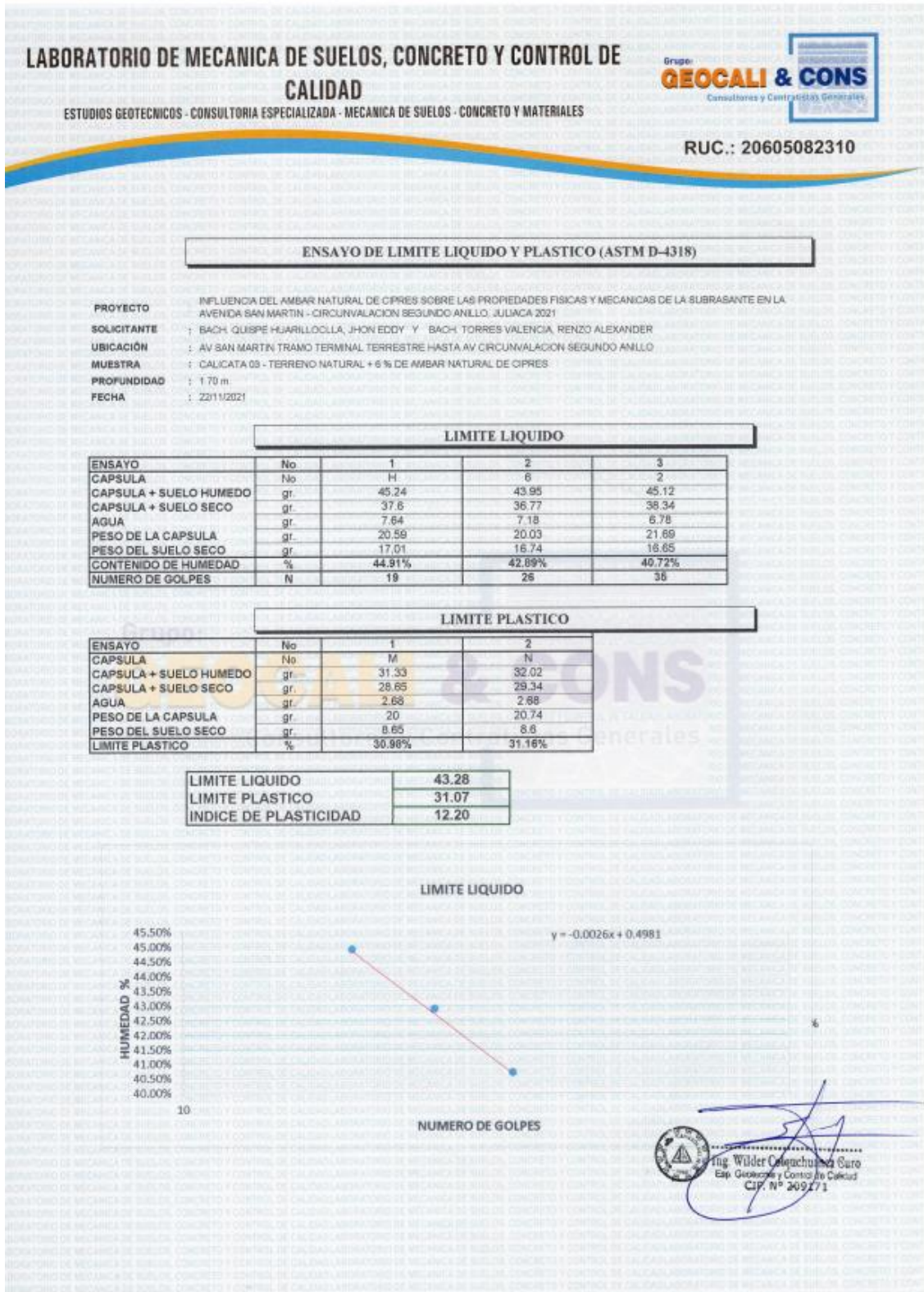
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

PROYECTO	INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021	METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91
SOLICITANTE	BACH. GILSPE HUIARILLOLLA, JHON EDDY BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) 1.96 HUMEDAD OPTIMA (%) 9.4% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 7.9
MUESTRA	CALICATA 03 - TERRENO NATURAL + 4% DE AMBAR NATURAL DE CIPRES	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 6.6
UBICACIÓN	AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO	CLASIFICACION : ML AASHTO : A-7<19>
COORDENADA	381447.46 E 8287767.84 S	EMBEBIDO : 4 DIAS
FECHA	22/11/2021	



Ing. Wilder Colchancia Suro
 Exp. Geotecnia y Control de Calidad
 C.P. N° 209171

- 6 % de ámbar natural de ciprés incorporado a la calicata 3.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCVNALVACION SEGUNDO ANILLO, ILLUACA 2021

SOLICITANTE : BACH. OUISPE HUARILLOCLLA, JHON EDDY
BACH. YORRIS VALENCIA, RENZO ALEXANDER

UBICACIÓN : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCVNALVACION SEGUNDO ANILLO

COORDENADA : 381447.46 E 828757.84 S

MUESTRA : CALCATA 03 - TERRENO NATURAL + 6 % DE AMBAR NATURAL DE CIPRES

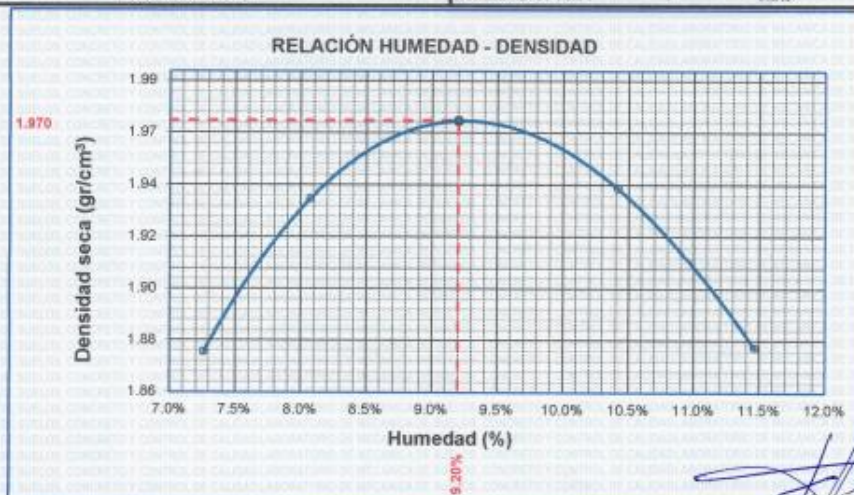
FECHA : 22/11/2021

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2138	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10650	10826	10833	10823
Peso del Molde	gr.	6347	6347	6347	6347
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³	4303	4479	4586	4476
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	2.013	2.095	2.145	2.094

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	98.50	89.30	79.30	89.30	88.40	90.50	78.90	89.20
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	80.20	84.80	74.90	84.20	81.90	86.80	72.80	91.00
Peso del Agua	gr.	5.40	4.50	4.40	5.10	6.50	3.70	5.80	8.20
Peso de la Capsula	gr.	21.40	20.50	21.00	20.30	21.00	20.40	20.60	21.60
Peso del Suelo Seco	gr.	71.80	64.30	53.90	83.90	80.90	86.40	52.20	89.40
% de Humedad	%	7.52%	7.00%	8.2%	7.98%	10.67%	10.18%	11.11%	11.82%
Promedio de Humedad	%	7.26%		8.07%		10.42%		11.46%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.876		1.938		1.943		1.878	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.97	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	9.20%	



Ing. Wilder Colquehuasi Coto
Exp. Geotecnia y Control de Calidad
C.R. N° 185171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021

SOLICITANTE : BACH. QUISPE HUARILLOLLA, JHON EDDY

UBICACION : BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER

COORDENADA : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO

MUESTRA : CALICATA 03 - TERRENO NATURAL + 8 % DE AMBAR NATURAL DE CIPRES

FECHA : 22/11/2021

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr	12922	12680	12994	12701	13099	12998
Peso del Molde	gr	8021	8021	8033	8033	8020	8020
Peso del Suelo Humedo	gr	4901	4659	4961	4668	5079	4978
Volumen del Suelo	cm ³	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	2.109	2.006	2.136	2.008	2.186	2.142

Capsula No	No	M	N	B	V	C	S	D	F	
Suelo Humedo + Capsula	gr	132.80	124.56	163.74	175.04	173.76	140.44	181.71	169.50	176.94
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr	118.81	111.11	152.10	157.86	157.83	130.75	166.43	148.86	163.10
Peso del Agua	gr	13.99	13.45	11.64	17.08	15.93	9.69	15.28	12.54	12.84
Peso de la Capsula	gr	18.79	19.83	23.80	23.86	23.52	23.76	23.33	24.51	22.83
Peso del Suelo Seco	gr	100.13	91.45	128.30	194.36	134.91	106.99	143.10	122.45	140.27
% de Humedad	%	13.67%	14.70%	9.07%	12.72%	11.88%	9.06%	10.68%	10.24%	9.15%
Promedio de Humedad	%	14.19%	9.07%	12.29%	9.06%	10.46%	9.16%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm ³	1.847	1.838	1.901	1.842	1.979	1.963			

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
13/11/2021	10:00 a.m.		463.0	0.00	0	522.0	0	0	400.5	0	0
14/11/2021	10:00 a.m.	24:00:00	472.8	0.25	0.21	531.6	0.24	0.21	410.0	0.24	0.21
15/11/2021	10:00 a.m.	48:00:00	482.6	0.50	0.43	541.2	0.49	0.42	419.5	0.48	0.42
16/11/2021	10:00 a.m.	72:00:00	492.4	0.75	0.64	550.8	0.73	0.63	429.0	0.72	0.63
17/11/2021	10:00 a.m.	96:00:00	502.2	1.00	0.85	560.4	0.98	0.84	438.5	0.97	0.84

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.
0.09	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		26.4	1.3		35	1.7		36	1.8		36	1.8	
1.27	01:00		56.0	2.8		69	3.5		67	3.4		67	3.4	
1.91	01:30		78.0	3.9		85	4.5		85	4.5		95	4.8	
2.54	02:00	70.31	96.3	4.9		113	5.7		127	6.4		127	6.4	
3.81	03:00		124.0	6.3		149	7.5		189	8.5		189	8.5	
5.09	04:00	105.00	146.2	7.4		177	8.9		212	10.7		212	10.7	
6.35	05:00		161.0	8.1		201	10.2		248	12.4		248	12.4	
7.62	06:00		176.0	8.9		219	11.1		274	13.9		274	13.9	
8.94	07:00		187.0	9.5		229	11.6		289	14.6		289	14.6	
10.16	08:00		197.0	10.0		235	11.9		298	15.1		298	15.1	

Ing. Wilber Colquechaca Bero
Exp. Geotecnia / Control de Calidad
CIP No. 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

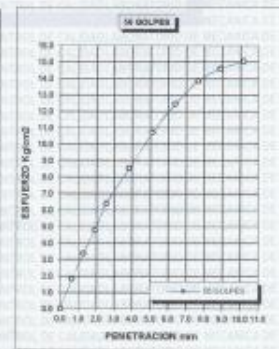
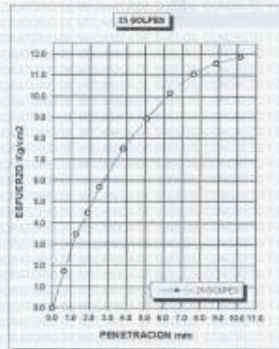
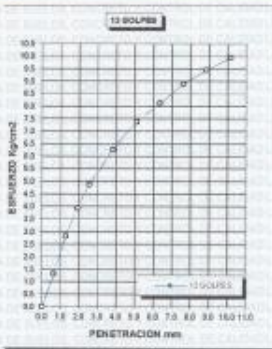
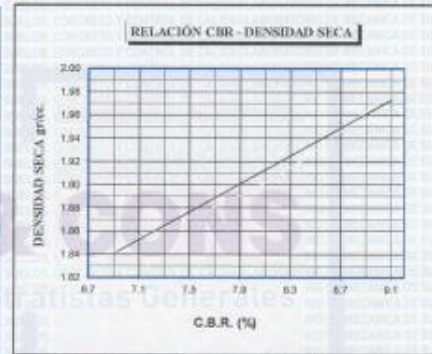
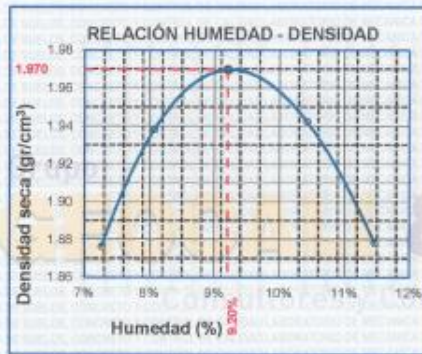
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

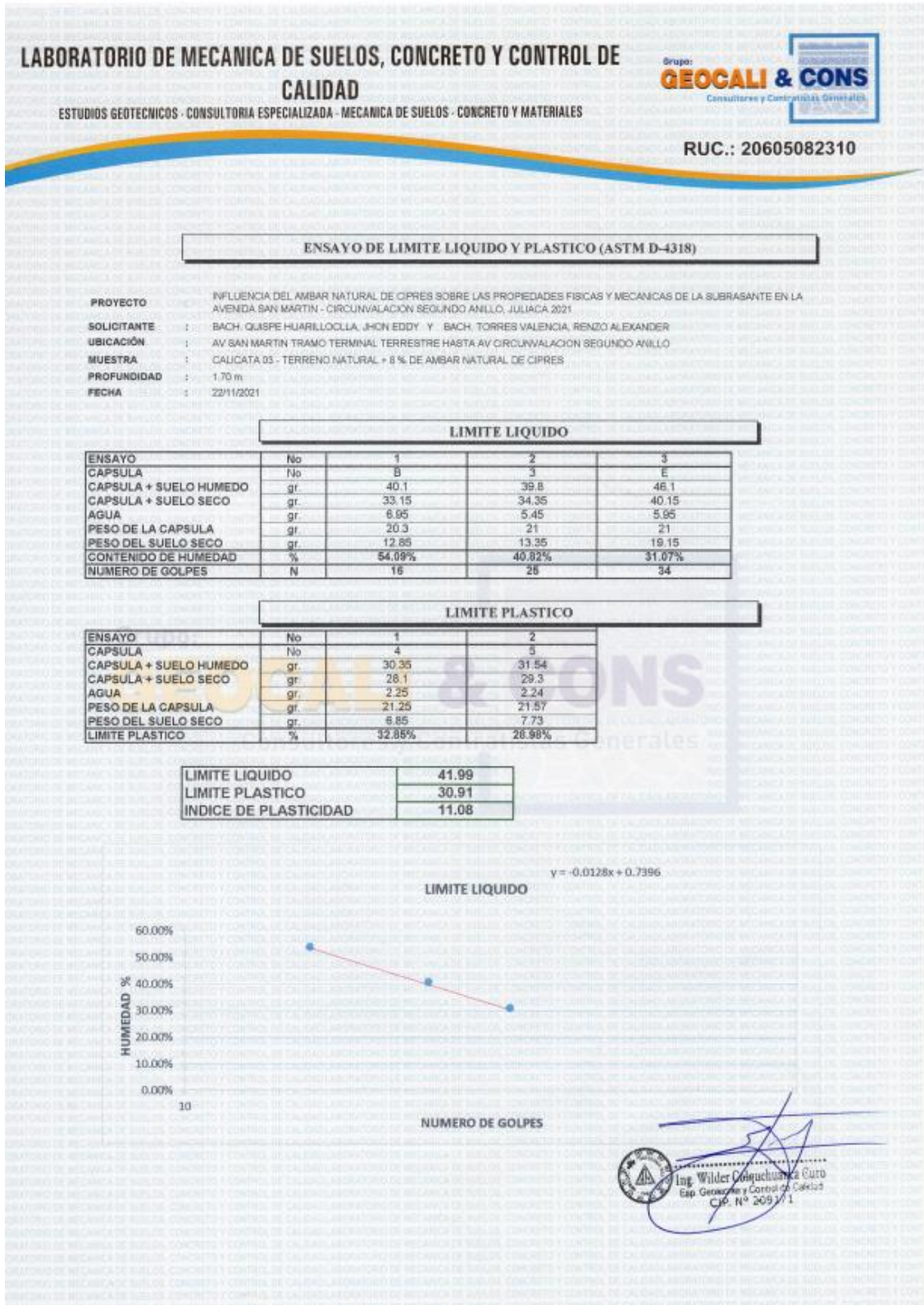
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

PROYECTO	INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
SOLICITANTE	BACH. QUISEPÉ HUARILLOCLLA, RON EDDY BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.97
MUESTRA	CALICATA 03 - TERRENO NATURAL + 6% DE AMBAR NATURAL DE CIPRES	HUMEDAD OPTIMA (%)	9.2%
UBICACIÓN	AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	9.0
COORDENADA	381447.46 E 8287767.84 S	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	7.4
FECHA	22/11/2021	CLASIFICACIÓN	: ML
		AASHTO	: A-7 <17
		EMBEBIDO	: 4 DIAS



Ing. Wilder Cevallos Gera
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
CIB Nº 209171

- 8 % de ámbar natural de ciprés incorporado a la calicata 3.



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE OPIRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021

SOLICITANTE : BACH. QUISEP HUARILLOCLA, JHON EDDY

UBICACIÓN : BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER

COORDENADA : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO

MUESTRA : CALICATA 03 - TERRENO NATURAL + 8% DE AMBAR NATURAL DE CIPRES

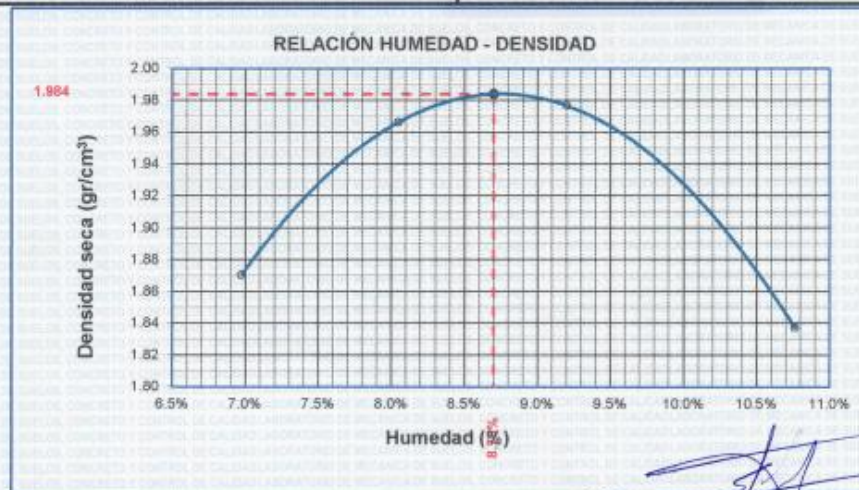
FECHA : 22/12/2021

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2138	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10625	10689	10962	10698
Peso del Molde	gr.	6347	6347	6347	6347
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4278	4542	4615	4351
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	2.001	2.124	2.159	2.035

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	83.95	83.55	84.25	84.75	86.00	86.00	86.10	86.90
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	79.86	79.45	79.56	80.00	81.00	82.46	82.51	83.25
Peso del Agua	gr.	4.09	4.08	4.69	4.75	5.00	5.54	5.59	6.65
Peso de la Capsula	gr.	21.08	21.08	21.00	21.25	21.18	21.20	21.27	21.46
Peso del Suelo Seco	gr.	58.78	58.39	58.56	58.75	59.82	61.26	61.24	61.79
% de Humedad	%	6.95%	6.50%	8.0%	8.09%	8.36%	9.04%	10.76%	10.76%
Promedio de Humedad	%	6.97%		8.05%		9.20%		10.76%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.871		1.966		1.977		1.837	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.98	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	8.7%	



Ing. Wilder Cabelguerra Soto
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021
SOLICITANTE : BACH. QUISPE HUARILLOCLA, JHON EDDY
UBICACIÓN : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO
COORDENADA : 381447.46 E 8287767.84 S
MUESTRA : CALICATA 03 - TERRENO NATURAL + 8% DE AMBAR NATURAL DE CIPRES
FECHA : 22/11/2021

MOLDE No	III		II		I	
	5	12	5	25	5	56
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SN SATURAR	SATURADO	SN SATURAR	SATURADO	SN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr	12430	12212	12698	12510	12639	12561
	Peso del Molde	gr	7993	7993	7993	7993	7993
Peso del Suelo Humedo	gr	4437	4219	4705	4517	4646	4568
Volumen del Suelo	cm ³	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.093	1.991	2.220	2.131	2.192	2.155

Capsula No	No	M	N	B	V	C	S	D	F	
	Suelo Humedo + Capsula	gr	76.60	77.60	84.30	81.20	83.40	79.50	71.00	87.40
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr	70.10	71.00	79.35	74.90	77.00	74.67	66.42	79.92	79.83
Peso del Agua	gr	6.70	6.80	4.95	6.30	6.90	4.83	4.58	6.00	5.17
Peso de la Capsula	gr	20.35	20.90	21.20	20.40	20.10	21.00	20.60	20.80	20.30
Peso del Suelo Seco	gr	49.75	50.50	58.15	54.50	56.90	53.67	45.82	59.12	59.53
% de Humedad	%	13.47%	13.07%	8.51%	11.56%	12.13%	8.99%	10.02%	10.19%	8.66%
Promedio de Humedad	%	13.27%	8.51%	11.84%	8.59%	10.07%	8.68%			
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.848	1.834	1.905	1.963	1.992	1.983			

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
13/11/2021	10:00: a.m.		453.0	0.00	0	389.0	0	0	654.0	0	0
14/11/2021	10:00: a.m.	24:00:00	462.5	0.24	0.21	398.1	0.23	0.20	662.4	0.21	0.18
15/11/2021	10:00: a.m.	48:00:00	472.0	0.48	0.41	407.2	0.46	0.40	670.8	0.43	0.37
16/11/2021	10:00: a.m.	72:00:00	481.5	0.72	0.62	416.3	0.69	0.59	679.2	0.64	0.55
17/11/2021	10:00: a.m.	96:00:00	491.0	0.97	0.83	425.4	0.92	0.79	687.6	0.85	0.73

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		43.0	2.2		65	2.8		59	3.0		101	5.1	
1.27	01:00		71.8	3.6		91	4.6		101	5.1		145	7.3	
1.91	01:30		88.0	4.4		125	6.3		145	7.3		171	8.6	
2.54	02:00	70.31	108.8	5.5		166	8.4		171	8.6		263	13.3	
3.81	03:00		144.0	7.3		217	11.0		263	13.3		300	15.2	
5.09	04:00	105.00	184.0	9.3		269	13.6		300	15.2		410	20.7	
6.36	05:00		215.6	10.9		300	15.2		353	18.3		438	22.1	
7.62	06:00		243.5	12.3		330	16.7		410	20.7		458	23.2	
8.84	07:00		266.8	13.5		348	17.6		438	22.1				
10.16	08:00		280.4	14.2		365	18.4		458	23.2				



Ing. Wilder Colquimbana Curo
 Lab. Geotécnico y Control de Calidad
 CIP. N° 24917

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

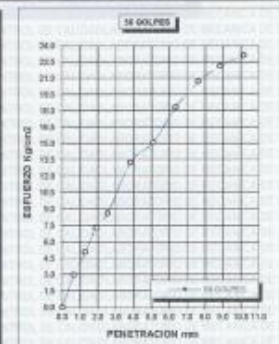
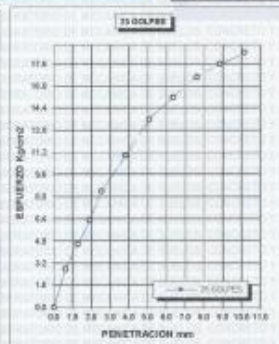
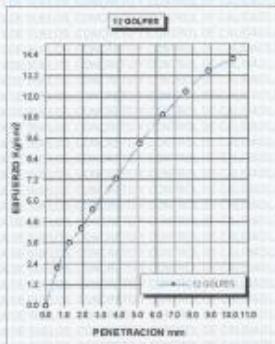
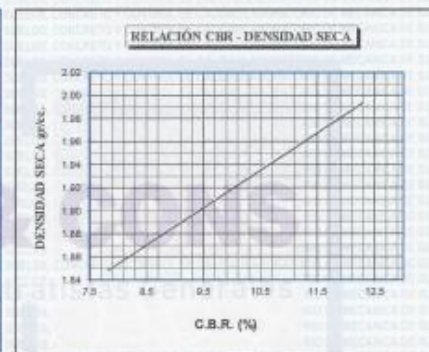
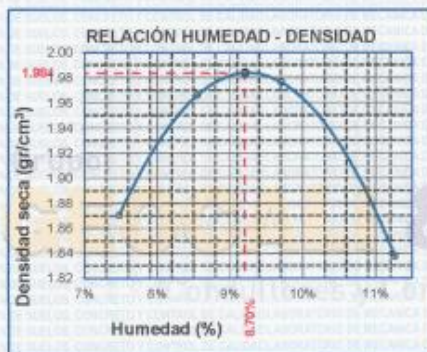
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

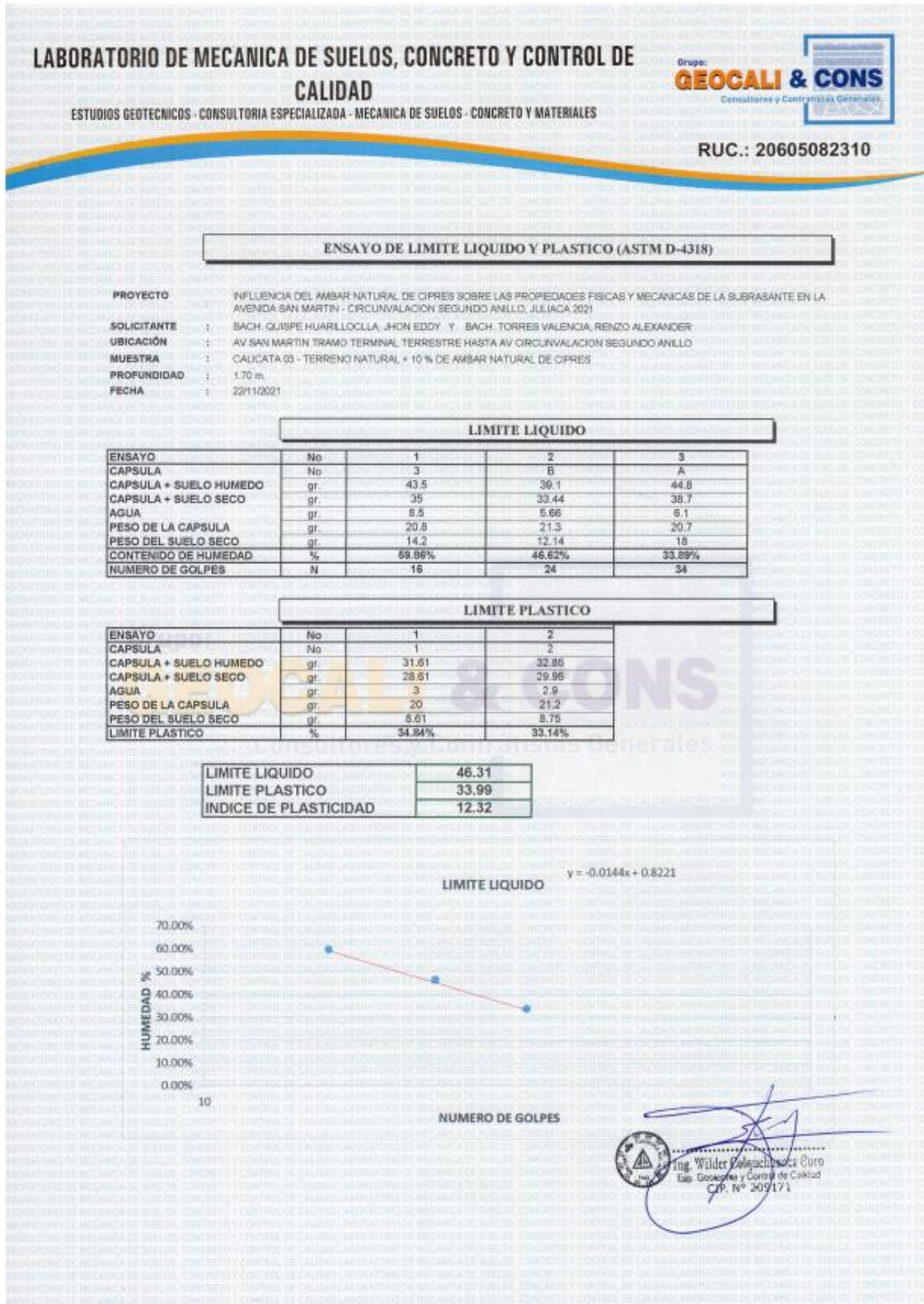
ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

PROYECTO	INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCVNALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
SOLICITANTE	BACH. QUISPE HUARILLOCLA, IJON EDDY BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.98
MUESTRA	CALICATA OS - TERRENO NATURAL + 8% DE AMBAR NATURAL DE CIPRES	HUMEDAD OPTIMA (%)	8.7%
UBICACIÓN	AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCVNALACION SEGUNDO ANILLO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	12.0
COORDENADA	381447.46 E 8267767.84 S	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	8.9
FECHA	22/11/2021	CLASIFICACIÓN : ML	
		AASHTO : A-7 <16:	
		EMBEBIDO : 4 DIAS	



Ing. Wilder Colapachica Curo
 Esp. Geotecnia y Control de Calidad
 C.O.P. N° 209171

- 10 % de ámbar natural de ciprés incorporado a la calicata 3.



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

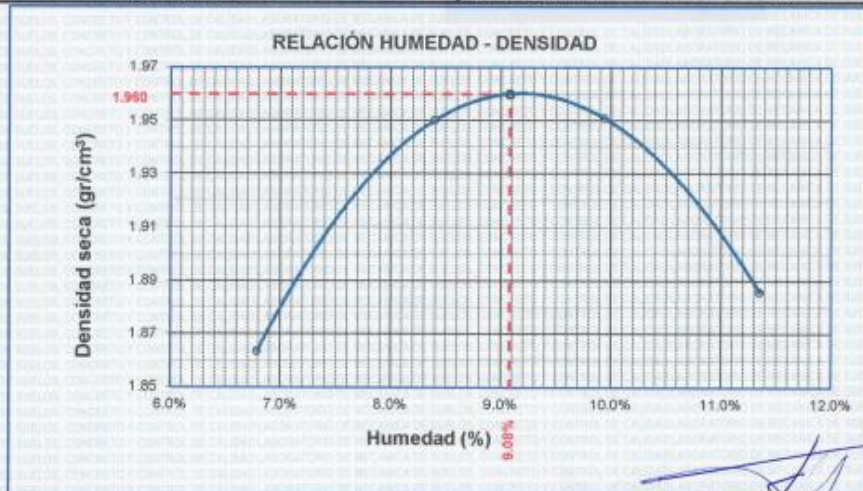
PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021
SOLICITANTE : BACH. QUSPE HUARILLOCLA, INON EDDY
 : BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER
UBICACIÓN : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO
COORDENADA : 381447.46 E 8287767.84 S
MUESTRA : CALICATA 03 - TERRENO NATURAL + 10% DE AMBAR NATURAL DE CIPRES
FECHA : 22/11/2023

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2138	cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10652	10907	10952	10810
Peso del Molde	gr.	6347	6347	6347	6347
Peso del Suelo Humedo	gr/cm ³	4305	4560	4605	4463
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³	1.990	2.114	2.145	2.100

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	83.98	83.95	85.42	85.69	86.27	86.79	88.34	90.09
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	79.97	79.89	80.48	80.72	82.20	82.67	82.37	83.10
Peso del Agua	gr.	4.01	3.95	4.94	4.97	6.07	6.12	6.97	6.99
Peso de la Capsula	gr.	21.00	21.52	21.45	21.76	21.10	21.08	21.21	21.30
Peso del Suelo Seco	gr.	58.97	58.47	59.03	58.96	61.10	61.59	61.16	61.80
% de Humedad	%	6.80%	6.77%	8.4%	8.43%	9.93%	9.94%	11.40%	11.31%
Promedio de Humedad	%	6.79%		8.40%		9.94%		11.35%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.864		1.950		1.951		1.886	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.96	gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	9.1%	



Ing. Wilder Caceres Curo
Esp. Geotecnia y Control de Calidad
CIP N° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021
SOLICITANTE : BACH. GUISEP HUARILLOCLA, JHON EDDY
 BACH. TORRES VALENCIA, RENZO ALEXANDER
UBICACIÓN : AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUNVALACION SEGUNDO ANILLO
COORDENADA : 381447.46 E 8287767.84 S
MUESTRA : CALICATA 03 - TERRENO NATURAL + 10 % DE AMBAR NATURAL DE CIPRES
FECHA : 22/11/2021

MOLDE No	III		II		I	
	5		5		5	
No DE CAPAS	12		26		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

	gr	12432	12201	12521	12416	12611	12529
Peso Suelo Humedo + Molde	gr	7966	7966	7966	7966	7966	7966
Peso del Suelo Humedo	gr	4466	4235	4555	4450	4645	4562.9
Volumen del Suelo	cm ³	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43	2119.43
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.107	1.998	2.149	2.100	2.192	2.163

Capsula No	M			N			B			V			C			S			D			F							
	74.90	84.20	78.30	82.10	80.20	76.90	68.40	68.10	58.70	68.26	76.56	71.78	75.16	74.21	74.09	69.92	61.87	63.13	6.54	7.35	4.52	6.95	5.99	4.64	4.48	4.23	5.57		
Suelo Humedo + Capsula	gr	20.35	20.50	21.60	20.40	21.00	20.50	20.90	20.60	21.80	20.35	20.50	21.60	20.40	21.00	20.50	20.90	20.60	21.80	47.91	56.35	50.18	54.75	53.21	53.56	49.02	41.27	51.33	
Peso del Suelo Seco	gr	%	13.05%	13.04%	9.01%	12.69%	11.26%	9.04%	10.41%	10.25%	9.03%	13.36%	9.01%	11.98%	9.04%	10.33%	9.00%												
Promedio de Humedad	%																												
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³																												

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
13/11/2021	10:00: a.m		456.0	0.00	0	389	0	0	523	0	0
14/11/2021	10:00: a.m	24:00:00	465.9	0.25	0.22	398.7	0.25	0.21	532.6	0.24	0.21
15/11/2021	10:00: a.m	48:00:00	475.3	0.50	0.43	408.4	0.49	0.42	542.2	0.49	0.42
16/11/2021	10:00: a.m	72:00:00	485.7	0.75	0.65	418.1	0.74	0.63	551.8	0.73	0.63
17/11/2021	10:00: a.m	96:00:00	495.6	1.01	0.86	427.8	0.99	0.84	561.4	0.98	0.84

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm ²	Conec.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Conec.	Dial	Kg	Kg/cm ²	Conec.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		27.0	1.4		35	1.8		55	2.8		89	4.5	
1.27	01:00		82.0	4.1		66	3.3		115	5.8		136	6.9	
1.91	01:30		101.0	5.1		94	4.8		197	10.0		239	12.1	
2.54	02:00	70.31	121.0	6.1		126	6.4		220	11.1		275	13.9	
3.81	03:00		147.0	7.4		165	8.3		312	15.8		338	17.1	
5.09	04:00	105.00	168.0	8.5		197	10.0		244	12.3		258	13.0	
6.35	05:00		191.0	9.7		220	11.1		355	17.9				
7.62	06:00		211.0	10.7		234	11.8							
8.64	07:00		227.0	11.5		244	12.3							
10.16	08:00		238.0	12.0		258	13.0							


 Wilder Colquhuanza Curo
 Exp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIPAN° 209171

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

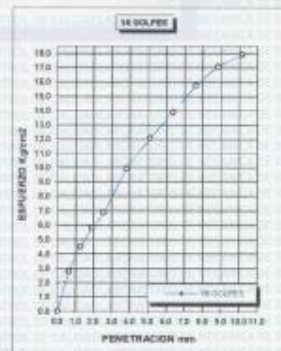
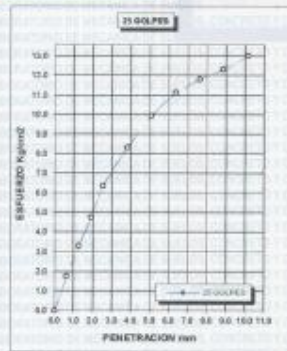
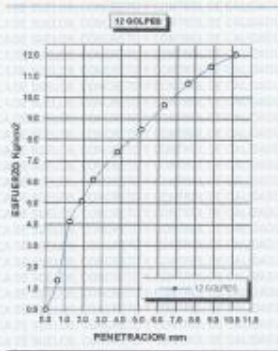
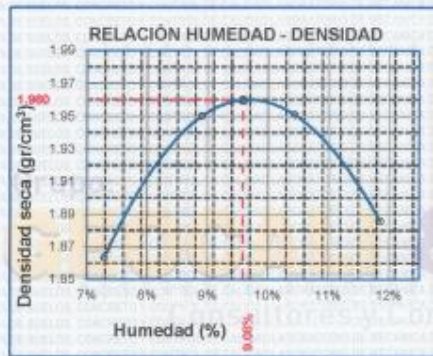
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

PROYECTO	INFLUENCIA DEL AMBAR NATURAL DE CIPRES SOBRE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN LA AVENIDA SAN MARTIN - ORCUNVALACION SEGUNDO ANILLO, JULIACA 2021	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
SOLICITANTE	BACH. QUISPE HUARILLOCLA, JHON EDDY BACH. TORRES VALENCIA, BENZO ALEXANDER	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.98
MUESTRA	CALICATA US - TERRENO NATURAL + 10% DE AMBAR NATURAL DE CIPRES	HUMEDAD OPTIMA (%)	9.1%
UBICACIÓN	AV SAN MARTIN TRAMO TERMINAL TERRESTRE HASTA AV CIRCUVALACION SEGUNDO ANILLO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	9.8
COORDENADA	381447.46 E 8287757.84 S	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	8.8
FECHA	22/11/2021	CLASIFICACION	: ML
		AASHTO	: A-7 <18>
		EMBEBIDO	: 4 DIAS



Ing. Wilder Caceres Guro
 Exp. Geotecnia y Control de Calidad
 CIP N° 205471