



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estabilización de suelos incorporando pulitón para el diseño del pavimento en la vía La Estación – Cataratas de Capua, Arequipa

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Cornejo Choque, Shirley Estefani (orcid.org/0000-0003-2300-3709)

Márquez Agama, Kevin Douglas (orcid.org/0000-0002-9149-9366)

ASESOR:

Mgtr. Gallo Gallo, Teodora Margarita (orcid.org/0000-0001-5793-3811)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CALLAO – PERÚ

2022

Dedicatoria

Esta tesis la dedico a todas las personas que me apoyaron e hicieron posible que este trabajo se realice con éxito. En especial a mis padres, por confiar, por los valores y principios que me han inculcado. A mis hermanas, quienes me tienen de ejemplo como mujer y profesional, para que sepan que todo es posible con esfuerzo y dedicación.

Esta tesis la dedico a mi madre y abuelos quienes me han apoyado para llegar a esta instancia de mis estudios, ya que ellos siempre han estado presentes para apoyarme moral y psicológicamente. Asimismo lo dedico a mi novia y compañera de tesis que me impulsó y motivó a seguir adelante, gracias a ti hoy puedo con alegría presentar y disfrutar esta tesis.

Agradecimiento

Quiero agradecer a Dios, por haberme dado a mis Padres, quienes con su esfuerzo me han permitido llegar al cumplimiento de esta meta. A mis hermanas por su apoyo constante, en especial a Lucerito que me apoyó en cada etapa de esta tesis. A Carlos Santander por siempre estar pendiente de cada meta que me propongo.

A mi compañero de tesis, quien es mi novio, por ser un luchador, por su paciencia y cuidados hacia mi persona.

Agradezco a todas las personas que me apoyaron e hicieron posible que esta tesis se realice con éxito, en especial a mi madre que siempre me impulsa a luchar por mis metas. A Dios y toda mi familia por acompañarme en este proceso.

Índice de contenidos

Dedicatoria	II
Agradecimiento.....	III
Índice de contenidos	IV
Índice de tablas.....	VII
Índice de gráficos y figuras.....	IX
Resumen	XI
Abstract.....	XII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA.....	30
3.1. Tipo y Diseño de Investigación	30
3.1.1. Tipo de Investigación	30
3.1.2. Nivel de Investigación	31
3.1.3. Diseño Metodológico	32
3.2. Variables y Operacionalización	32
3.2.1. Variables	32
3.2.2. Operacionalización.....	33
3.3. Población y muestra.....	34
3.3.1. Población	34
3.3.2. Muestra.....	34
3.3.3. Criterios de inclusión y Exclusión	36
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
3.4.1. Diseño de investigación documental	37
3.4.2. Diseño de investigación de campo	39
3.5. Procedimiento.....	44
3.6. Método de análisis de datos	48
3.7. Aspectos éticos	48
IV. RESULTADOS	49
4.1. Descripción del área de investigación.....	49
4.1.1. Ubicación Política y Geográfica	49

4.1.2.	Topografía.....	50
4.1.3.	Clima	50
4.1.4.	Características Socioeconómicas de la Población	50
4.2.	Situación actual de la carretera	51
4.2.1.	Progresiva 0+000	51
4.2.2.	Progresiva 0+500	52
4.2.3.	Progresiva 1+000	53
4.2.4.	Progresiva 1+500	54
4.2.5.	Progresiva 2+000	55
4.2.6.	Progresiva 2+500	56
4.2.7.	Progresiva 3+000	57
4.2.8.	Progresiva 3+500	58
4.2.9.	Progresiva 4+000	59
4.2.10.	Progresiva 4+500	60
4.2.11.	Progresiva 5+000	61
4.2.12.	Progresiva 5+500	62
4.2.13.	Progresiva 6+000	63
4.2.14.	Progresiva 6+450	64
4.3.	Características del pulitón	65
4.4.	Índice Medio Diario Anual	66
4.5.	Características de las muestras extraídas.....	67
4.5.1.	Ensayo de análisis granulométrico	67
4.5.2.	Ensayo de Límites de Atterberg	68
4.5.3.	Ensayo de proctor modificado	69
4.5.4.	Ensayo de CBR.....	70
4.6.	Resultados con 0% de incorporación de pulitón	71
4.6.1.	Ensayo de Humedad	71
4.6.2.	Ensayo de Análisis Granulométrico.....	72
4.6.3.	Ensayo de Límites de Atterberg	73
4.6.4.	Clasificación de Suelos SUCS	74
4.6.5.	Ensayo de Proctor Modificado	74
4.6.6.	Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)	76
4.7.	Características de muestras para ensayos con incorporación de pulitón ..	77
4.8.	Resultados con 5% de incorporación de pulitón	77
4.8.1.	Ensayo de Análisis Granulométrico.....	77

4.8.2.	Ensayo de Límites de Atterberg	78
4.8.3.	Clasificación de Suelos SUCS	79
4.8.4.	Ensayo de Proctor Modificado	79
4.8.5.	Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)	81
4.9.	Resultados con 10% de incorporación de pulitón	82
4.9.1.	Ensayo de Análisis Granulométrico	82
4.9.2.	Ensayo de Límites de Atterberg	83
4.9.3.	Clasificación de Suelos SUCS	83
4.9.4.	Ensayo de Proctor Modificado	83
4.9.5.	Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)	85
4.10.	Resultados con 15% de incorporación de pulitón	87
4.10.1.	Ensayo de Análisis Granulométrico	87
4.10.2.	Ensayo de Límites de Atterberg	88
4.10.3.	Clasificación de Suelos SUCS	88
4.10.4.	Ensayo de Proctor Modificado	88
4.10.5.	Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)	89
V.	DISCUSIÓN	91
5.1.	Análisis de los resultados	91
5.1.1.	Análisis de la proporción óptima añadida de pulitón	91
5.2.	Prueba estadística de hipótesis	97
5.3.	Propuesta para el diseño de pavimento flexible	104
5.3.1.	Determinación de ejes equivalentes (w18)	104
5.3.2.	Módulo de resiliencia (Mr)	106
5.3.3.	Confiabilidad (%R)	107
5.3.4.	Coefficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr)	107
5.3.5.	Desviación Estándar combinada (So)	108
5.3.6.	Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)	108
5.3.7.	Número Estructural Requerido (SNR)	110
5.4.	Discusión de los resultados	114
VI.	CONCLUSIONES	117
VII.	RECOMENDACIONES	118
VIII.	REFERENCIAS	119
	ANEXOS	122

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Tipos de Pavimento.</i>	11
Tabla 2. <i>Relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalente</i>	12
Tabla 3. <i>Factores de distribución direccional y de carril.</i>	13
Tabla 4. <i>Módulo de Resiliencia obtenido por CBR.</i>	14
Tabla 5. <i>Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad para una etapa de diseño.</i>	15
Tabla 6. <i>Coeficiente estadístico de la desviación estándar normal.</i>	15
Tabla 7. <i>Índice de Serviciabilidad Inicial según tipo de Tráfico</i>	16
Tabla 8. <i>Índice de Serviciabilidad Final según tipo de Tráfico.</i>	17
Tabla 9. <i>Variables de la Ecuación Número Estructural.</i>	18
Tabla 10. <i>Valores de coeficientes estructurales de la Capa Superficial</i>	18
Tabla 11. <i>Valores de coeficientes estructurales de la Base.</i>	18
Tabla 12. <i>Valores de coeficientes estructurales de la Subbase</i>	19
Tabla 13. <i>Calidad de Drenaje</i>	19
Tabla 14. <i>Tipos de suelo</i>	20
Tabla 15. <i>Tabla Clasificación SUCS – Grano Grueso.</i>	21
Tabla 16. <i>Tabla Clasificación SUCS – Grano Fino</i>	22
Tabla 17. <i>Composición Química de la Cascarilla de Arroz y de CCA</i>	25
Tabla 18. <i>Operacionalización de variables.</i>	33
Tabla 19. <i>Características principales por progresiva.</i>	35
Tabla 20. <i>Composición química de CCA</i>	66
Tabla 21. <i>IMDA según IMDs y factor de estación.</i>	66
Tabla 22. <i>Calicata 1 - Contenido de humedad - 0% incorporación de pulitón.</i>	71
Tabla 23. <i>Calicata 2 - Contenido de humedad - 0% incorporación de pulitón.</i>	72
Tabla 24. <i>Calicata 3 - Contenido de humedad - 0% incorporación de pulitón.</i>	72
Tabla 25. <i>Resumen de contenido de humedad por calicata.</i>	72
Tabla 26. <i>Porcentaje de grava, arena y finos. 0% incorporación. Calicata N.º 1, 2, 3.</i>	73
Tabla 27. <i>Valores límites de Atterberg. 0% incorporación. Calicata N.º1,2,3</i>	74
Tabla 28. <i>Clasificación SUCS al 0% de incorporación.</i>	74
Tabla 29. <i>Valores ensayo proctor modificado. 0% incorporación.</i>	75
Tabla 30. <i>Ejemplo incorporación de pulitón a muestra.</i>	77
Tabla 31. <i>Porcentaje de gravas, arenas y limos. 5% de incorporación.</i>	78
Tabla 32. <i>Valores límites de Atterberg. 5% incorporación. Calicata N.º1,2,3</i>	79
Tabla 33. <i>Clasificación SUCS al 5% de incorporación.</i>	79
Tabla 34. <i>Valores ensayo Proctor modificado. 5% incorporación. Calicata N.º1,2,3</i>	80
Tabla 35. <i>Porcentaje de gravas, arenas y limos. 10% de incorporación.</i>	82
Tabla 36. <i>Valores límites de Atterberg. 10% incorporación. Calicata N.º1,2,3</i>	83
Tabla 37. <i>Clasificación SUCS al 10% de incorporación.</i>	83
Tabla 38. <i>Valores ensayo proctor modificado. 10% incorporación. Calicata N.º1,2,3</i>	84
Tabla 39. <i>Porcentaje de gravas, arenas y limos. 15% de incorporación. Calicata N.º1,2,3</i>	87
Tabla 40. <i>Valores límites de Atterberg. 15% incorporación. Calicata N.º1,2,3</i>	88
Tabla 41. <i>Clasificación SUCS al 15% de incorporación.</i>	88
Tabla 42. <i>Valores ensayo proctor modificado. 15% incorporación. Calicata N.º1,2,3</i>	89
Tabla 43. <i>Valores de CHO y MDS - Calicata N.º1</i>	91
Tabla 44. <i>Valores de CBR - Calicata N.º1</i>	92

Tabla 45. <i>Valores de CHO y MDS - Calicata N°2</i>	93
Tabla 46. <i>Valores de CBR - Calicata N°2</i>	94
Tabla 47. <i>Valores de CHO y MDS - Calicata N°3</i>	95
Tabla 48. <i>Valores de CBR - Calicata N°3</i>	96
Tabla 49. <i>Tabla t-student</i>	98
Tabla 50. <i>Variación respecto a suelo natural. Calicata 01</i>	100
Tabla 51. <i>Variación respecto a suelo natural. Calicata 02</i>	102
Tabla 52. <i>Variación respecto a suelo natural. Calicata 03</i>	104
Tabla 53. <i>Tránsito proyectado por años de estudio y ejecución.</i>	105
Tabla 54. <i>Determinación de factor de ejes equivalentes</i>	105
Tabla 55. <i>Ejes equivalentes</i>	106
Tabla 56. <i>Determinación de Mr</i>	106
Tabla 57. <i>Determinación de nivel de confiabilidad</i>	107
Tabla 58. <i>Determinación de Zr</i>	108
Tabla 59. <i>Determinación de Pi</i>	109
Tabla 60. <i>Determinación de Pt</i>	109
Tabla 61. <i>Determinación de coef. estructural "a1"</i>	110
Tabla 62. <i>Determinación de coeficiente estructural "a2"</i>	111
Tabla 63. <i>Determinación de coef. estructural "a3"</i>	111
Tabla 64. <i>Valores recomendados de Espesores Mínimos de Capa Superficial y Base Granular</i>	113

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Inicio de la vía hacia las cataratas de Capua, Yura, Arequipa. Google Maps.....	1
Figura 2. Pavimento como elemento estructural. Adaptado de (VIVAR, 1995)	10
Figura 3. Estructura del Pavimento Flexible.....	11
Figura 4. Representación de las distintas fases de una muestra de suelo	20
Figura 5. Clasificación Suelo Grueso (RODRIGUEZ, 2017).....	21
Figura 6. Criterios para establecer la estabilidad de suelos	23
Figura 7. Tarrajeo exterior con Mortero de Cal y Cascarilla de Arroz (RICEHOUSE, s.f.)	26
Figura 8. Trazo de vía por progresivas	34
Figura 9. Check Lists	38
Figura 10. Ficha de Campo N°1	40
Figura 11. Ficha de Campo N°2.....	41
Figura 12. Ficha de campo N°3.....	42
Figura 13. Ficha de Campo N°4.....	43
Figura 14. Coordenadas geográficas de la progresiva 6+000	44
Figura 15. Ahuellamientos Progresiva 3+000.....	44
Figura 16. Encalaminado excesivo. Progresiva 5+000.....	45
Figura 17. Calicata N°1 – 1+300 km	45
Figura 18. Calicata N°2 – 3+100 km	46
Figura 19. Calicata N°3 – 5+800 km	46
Figura 20. Visita a Molineras de Arroz	47
Figura 21. Ubicación de zona de estudio.	49
Figura 22. Progresiva 0+000 km	52
Figura 23. Progresiva 0+500 km	53
Figura 24. Progresiva 1+000 km	54
Figura 25. Progresiva 1+500 km	55
Figura 26. Progresiva 2+000 km	56
Figura 27. Progresiva 2+500 km	57
Figura 28. Progresiva 3+000 km	58
Figura 29. Progresiva 3+500 km	59
Figura 30. Progresiva 4+000 km	60
Figura 31. Progresiva 4+500 km	61
Figura 32. Progresiva 5+000.....	62
Figura 33. Progresiva 5+500.....	63
Figura 34. Progresiva 6+000 km	64
Figura 35. Progresiva 6+450 km	65
Figura 36. Ensayo Análisis Granulométrico.	67
Figura 37. Lavado y tamizado de muestra.	68
Figura 38. Ensayo límites de Atterberg	68
Figura 39. Ensayo Proctor Modificado.	69
Figura 40. Muestra húmeda. Proctor Modificado.....	69
Figura 41. Ensayo CBR	70
Figura 42. Muestras compactadas a 10, 25 y 56 golpes.	71
Figura 43. Porcentaje de grava, arena y finos. 0% incorporación.....	73
Figura 44. <i>Valores ensayo proctor modificado. 0% incorporación.</i>	75

Figura 45. Valores de CBR al 0% de incorporación de pulitón.....	76
Figura 46. Incorporación de pulitón a muestra.	77
Figura 47. Porcentaje de gravas, arenas y limos. 5% de incorporación.	78
Figura 48. Valores ensayo proctor modificado. 5% incorporación.	80
Figura 49. Valores de CBR al 5% de incorporación de pulitón.....	81
Figura 50. Porcentaje de gravas, arenas y limos. 10% de incorporación.	82
Figura 51. Valores ensayo proctor modificado. 10% incorporación.....	84
Figura 52. Valores de CBR al 10% de incorporación de pulitón.....	86
Figura 53. Porcentaje de gravas, arenas y limos. 15% de incorporación.	87
Figura 54. Valores ensayo proctor modificado. 15% incorporación.....	89
Figura 55. Valores de CBR al 15% de incorporación de pulitón.....	90
Figura 56. Contenido de Humedad Optimo de C1 al 0%, 5%, 10% y 15%.....	91
Figura 57. Máxima Densidad Seca de C1 al 0%, 5%, 10% y 15%.....	92
Figura 58. Capacidad de Soporte de C1 al 0%, 5%, 10% y 15%.....	92
Figura 59. Contenido de Humedad Optimo de C2 al 0%, 5%, 10% y 15%.....	93
Figura 60. Máxima Densidad Seca de C2 al 0%, 5%, 10% y 15%.....	94
Figura 61. Capacidad de Soporte de C2 al 0%, 5%, 10% y 15%.....	94
Figura 62. Contenido de Humedad Optimo de C3 al 0%, 5%, 10% y 15%.....	95
Figura 63. Máxima Densidad Seca de C3 al 0%, 5%, 10% y 15%.....	96
Figura 64. Capacidad de Soporte de C3 al 0%, 5%, 10% y 15%.....	96
Figura 65. Prueba estadística de hipótesis Calicata 01.....	99
Figura 66. Prueba estadística de hipótesis. Calicata 02.....	101
Figura 67. Prueba estadística de hipótesis. Calicata 03.....	103
Figura 68. Diseño de Pavimento Flexible - Método AASHTO 93.....	112
Figura 69. Resultados del Diseño del Pavimento.....	113

Resumen

El objetivo general fue evaluar la estabilización de suelos incorporando pulitón y su influencia en el diseño del pavimento en la vía La Estación – Cataratas de Capua, Arequipa. Se utilizó la siguiente metodología: El tipo de investigación según con el fin que se percibe es de tipo aplicada y tecnológica; de acuerdo con el tipo de datos analizados es de tipo cuantitativo y transversal, teniendo un nivel de acuerdo con el nivel de conocimiento que se obtiene es de tipo descriptivo – correlacional y explicativo en un menor porcentaje; el diseño es de tipo cuasiexperimental. La población constituye los 6.5 km de la vía. La conclusión principal fue, que el pulitón influye positivamente en la estabilización del suelo, mejorando la capacidad de soporte, conforme va aumentando el porcentaje añadido. Respecto a este trabajo de investigación, el resultado de incorporar un 10% de pulitón a nuestro suelo natural, ha mejorado el valor de soporte CBR en un 7.15% en la calita N°1; un 6.05% en la calicata N°2 y un 6.85% en la calicata N°3, contribuyendo positivamente a la estabilización del suelo.

PALABRAS CLAVES

Estabilización de suelos, Pulitón, Diseño de pavimento flexible

Abstract

The general objective was to evaluate the stabilization of soils incorporating puliton and its influence on the design of the pavement on the La Estación – Cataratas de Capua road, Arequipa. The following methodology was used: The type of research according to the perceived purpose is applied and technological; According to the type of data analyzed, it is quantitative and cross-sectional, having a level of agreement with the level of knowledge obtained is descriptive - correlational and explanatory in a lower percentage; the design is quasi-experimental. The population constitutes the 6.5 km of the road. The main conclusion was that the puliton positively influences the stabilization of the soil, improving the support capacity, as the added percentage increases. Regarding this research work, the result of incorporating 10% of puliton into our natural soil has improved the CBR support value by 7.15% in pit No. 1; 6.05% in pit No. 2 and 6.85% in pit No. 3, contributing positively to soil stabilization.

KEYWORDS

Soil stabilization, puliton, flexible pavement design

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Es importante para una zona con destinos turísticos, que las vías que dan acceso a estos se encuentren en buen estado y brinden seguridad a los usuarios que visiten estos atractivos. Para ello, se debe considerar un conjunto de acciones para que estas vías se encuentren en buen estado y sean sostenibles en el tiempo, esto se logra con un buen diseño que permita dar una vida útil al pavimento.

En la vía que dirige hacia las cataratas de Capua, comenzando en el Anexo La Estación, en el distrito de Yura, Arequipa - Arequipa, se pudo observar que existe una inadecuada transitabilidad vehicular, ésta presenta material de afirmado y al transitar los vehículos forman gran cantidad de polvo que llega hasta los pueblos cercanos y sus campos de cultivo, causando molestia a los habitantes.

Esta vía tiene mayor afluencia de vehículos particulares y turísticos, siendo estos los que ocasionan la destrucción del afirmado, ahuellamientos, hundimientos, generando un retraso para el desplazamiento de los pobladores a sus campos de cultivo y de la misma forma para el turista hacia las cataratas, ya que, los vehículos se deben encontrar en muy buenas condiciones para poder transitar por esta vía.

La deficiente transitabilidad ocasiona diversos problemas en la zona, especialmente donde hay presencia de tramos encalaminados, ya que, si una persona sufre alguna lesión o enfermedad grave donde se requiera la asistencia de una ambulancia, el problema se agrava, debido a que la vía no se encuentra en óptimo estado y al querer transitar rápidamente, se dificultará el traslado hacia la posta o establecimiento de salud más cercano, o en el peor de los casos produciría descarrilamiento del vehículo, choques, etc. ocasionando un problema aún mayor.



Figura 1. Inicio de la vía hacia las cataratas de Capua, Yura, Arequipa. Google Maps

Los diferentes tipos de diseño de pavimentación para la ejecución de vías se han actualizado con el pasar de los años, mejorando con diferentes técnicas e intentando reducir el costo de mantenimiento y material. Al diseñar el pavimento se intenta previamente mejorar la resistencia al suelo y construirlo con costos reducidos que pueda ser capaz de soportar las cargas transmitidas en todas sus capas.

Los problemas existentes en estos casos, son la presencia de suelos de mala calidad que no son aptos para la transitabilidad de vehículos de mediano a alto tonelaje, incluso se comportan muy mal ante eventos naturales, tales como las precipitaciones, tormentas y heladas, en donde llegan a producir accidentes graves. En esa medida, el propósito de la investigación es, analizar el suelo que sirve de base a la carretera para proponer una metodología de mejoramiento y que esto redunde en la mejora general del pavimento a ser diseñado.

De no realizarse este proyecto seguirían los problemas de transitabilidad, no mejoraría la afluencia de turistas hacia las cataratas y los principales afectados serían los comercios cercanos a esta zona.

Por otro lado, los vehículos que circulen por esta vía, necesitarán un mantenimiento constante, debido a que en la mayor parte existen tramos encalaminados que malogran la suspensión de las unidades de transporte.

La estabilización de suelos da firmeza al terreno, fijando todas las partículas del suelo entre sí y garantizando que se van a mantener en esa posición por mucho tiempo, sin embargo, la durabilidad es superior a la de un afirmado y hoy en día es la solución que a la que se recurre con mayor frecuencia, esta solución nos da con facilidad de 5 a 10 años de durabilidad.

La idea es transformar el suelo del que se dispone, puesto que, en muchas oportunidades, éste, es de infinito afirmado frecuente y lo conseguimos con materiales que posiblemente sean de buena calidad pero que se encuentran contaminados y totalmente descomprimidos ante la presencia del agua y otros factores, estos suelos se desestabilizan y el tráfico se ve seriamente afectado. Cualquier suelo se puede estabilizar, solo se debe dar las características adecuadas para que soporte el tráfico.

El propósito de una estabilidad de suelos es mejorar la transitabilidad vehicular, para que los usuarios que transiten por la zona lleguen a sus destinos con

seguridad, rapidez y sin generar costos de mantenimiento extra a los vehículos por el mal estado de la vía. Por otro lado, se debe priorizar la conservación de la carretera, brindando mayor durabilidad y minimizando sobre todo la erosión, producto de la incorporación de agua que generalmente viene por efectos de la lluvia que al mezclarse con otros materiales que están sobre la vía, el agua empieza a funcionar como un lubricante natural del suelo y ante las vibraciones del tráfico viene el problema del reacomodo y la descompresión del material.

Una alternativa de solución es mejorar las características mecánicas del material, estabilizándolo con productos adicionados, debido a que, investigaciones sobre la estabilización de suelos han venido experimentando un importante crecimiento desde el año 2000 (MORALES, 2015, pág. 8).

Al respecto del párrafo anterior según el autor colombiano nos da la idea que la adición de un material orgánico para estabilizar un suelo se ha utilizado desde hace muchos años. Esto queda como evidencia que este método ha sido utilizado en otros países.

Según datos de (MINAGRI-DGPA-DEEIA, 2020), respecto a la tasa de crecimiento de producción del arroz, indica:

En el Perú una de las mayores producciones agrícolas es la del arroz. Su producción ha crecido a una tasa promedio anual de 2,8% durante los últimos 20 años (2000-2019), siendo en el 2019 de 1,9 millones de toneladas como arroz pilado y su equivalente de 3,2 millones como arroz cáscara. (2020, pág. 1)

Entonces se sabe que existen variedades de arroz producidos en el Perú, ya que en diferentes regiones podemos encontrar diversas calidades, asimismo, este grano también genera mayor cantidad de desechos que se conoce como cascarilla de arroz.

La cascarilla de arroz es el principal residuo en esta producción, éste causa contaminación y consecuencias medioambientales negativas, sin embargo, hay maneras de aprovecharlo.

Según el artículo publicado por (Tensar International Corporation, 2017):

Los métodos convencionales de diseño de pavimento presentan cada vez más retos a los profesionales de la construcción. Estos presupuestos están bajo una creciente presión para proporcionar mayor valor y rendimiento por menos dinero.

Dichos asuntos han obligado a los diseñadores de carreteras a buscar alternativas para las estrategias convencionales. (párr. 1)

En este proyecto se propuso estabilizar el suelo de la vía que va hacia las cataratas de Capua, adicionando el pulitón, mejorando las propiedades mecánicas del tramo existente, con la finalidad de diseñar un pavimento de buena calidad y bajo costo, que mejore la calidad de vida de los habitantes y visitantes de la zona.

El planteamiento del problema es la parte de la investigación en la cual se puede conocer el tema que se va a enfocar en todo el proyecto.

La formulación del problema se planteó con la siguiente pregunta ¿Cómo la estabilización de suelos incorporando pulitón influye en el diseño de pavimento en la vía La Estación - Cataratas de Capua, Arequipa? Para los problemas específicos se plantearon las siguientes preguntas: ¿Cómo la situación actual de la vía hacia las cataratas de Capua se relaciona con el diseño del pavimento? ¿Cómo la incorporación de pulitón influye en la estabilización del suelo? ¿Cómo el porcentaje óptimo de pulitón mejora los valores del diseño del pavimento?

La delimitación del área de la investigación es la parte de la investigación que indica los límites de los temas en lo que se va a enfocar. Respecto a la delimitación espacial, la presente investigación se desarrolló en la provincia y departamento de Arequipa, en el distrito de Yura, que se encuentra a 35 km de la ciudad de Arequipa y a una altitud de 2603 msnm. La zona específica se encuentra entre el anexo La Estación y el Fundo Capua, recorriendo 6.5 km aproximadamente. Respecto a la delimitación temporal, la duración de la presente investigación, diseño y el desarrollo del tema de este proyecto corresponde a 6 meses, a partir del mes de febrero del 2022 hasta julio del 2022. Respecto a la delimitación conceptual, la ingeniería civil se divide en 5 ramas muy importantes que son: Ingeniería estructural, infraestructura vial, ingeniería de construcción, ingeniería geotécnica y la ingeniería hidráulica; cada una de estas ramas poseen diferentes ramificaciones. Esta investigación se ubica dentro de la Línea de Diseño de Infraestructura Vial correspondiente al campo de Obras Viales.

Además, comprende dos variables que son: **diseño de pavimentos** como tema general, que es la finalidad del proyecto y **estabilización de suelos incorporando**

pulitón, como tema específico, el cual será el punto de inicio en la obtención de un suelo apto para el tema general. Respecto a la delimitación social, la realización de este proyecto tendrá en cuenta a la población de la provincia y departamento de Arequipa, distrito de Yura, población que se encuentra afectada especialmente en el aspecto socioeconómico, debido a que en el sector turismo, los visitantes temen pasar con sus vehículos propios por la vía y que estos se malogren, dejando de frecuentar a las cataratas; asimismo afecta al sector agrícola local, debido a que los agricultores de la zona que hacen uso de ésta vía, tengan dificultades para extraer y dar mantenimiento a su producción de alimentos que son destinados al consumo para la ciudad de Arequipa y el autoconsumo del lugar.

Si se obtiene buenos resultados respecto al sector turismo, entonces, existirá mayor afluencia de personas que visiten la zona y los pobladores podrán tener una mejor calidad de vida.

La justificación expone al receptor la razón por la que se ha elegido una investigación. Esta puede permitir fabricar o impugnar teorías existentes de un tema y contribuir al desarrollo social, ambiental, económico, etc. (Enciclopedia de ejemplos, 2019) La justificación teórica va de la mano con el aporte teórico, se encuentra en la investigación del comportamiento de pulitón como material no convencional estabilizante, estos resultados podrán demostrar cómo es que este material influye en las propiedades mecánicas del suelo. En cuanto a la justificación académica, este proyecto servirá como base para futuras investigaciones y aplicaciones como parte del desarrollo en obras viales para quienes tengan como objetivo estabilizar un suelo incorporando pulitón como parte del procedimiento para realizar un diseño de pavimentación. Sobre la justificación social, la presente investigación beneficiara a los habitantes en zonas cercanas al proyecto mejorando su calidad de vida y a los turistas que deseen visitar las cataratas de Capua.

Por otro lado, los vehículos que transiten por esta zona ya no se verán afectados por el mal estado de esta vía. En la justificación técnica se verificará las NTP, manuales, reglamentos, etc. como es el caso de la elaboración de los ensayos, tratamiento de los materiales, diseño de pavimento, validando los procedimientos y métodos que se realizarán en la presente investigación.

La importancia de esta presente investigación consiste en mejorar la calidad de vida de los pobladores del distrito de Yura, estabilizando el suelo de la vía, utilizando un método no convencional, como es la incorporación de pulitón, siendo este grano el que posee muchas variedades en el Perú y producido en grandes cantidades, todo esto para la mejora de sus propiedades mecánicas y a la vez influya directamente en la realización de un buen diseño de pavimentación.

Esto conllevará también a mejorar el aspecto socioeconómico del sector, ya que los turistas irán a visitar a las cataratas de Capua sin ningún temor y podrán consumir todos los productos que las personas del pueblo se encuentren vendiendo.

El objetivo general de la presente investigación es: Evaluar la estabilización de suelos incorporando pulitón y su influencia en el diseño del pavimento en la vía La Estación – Cataratas de Capua, Arequipa; los objetivos específicos son: Identificar la situación actual de la vía hacia las cataratas de Capua y su relación con el diseño de pavimento. Determinar cómo la incorporación de pulitón influye en la estabilización del suelo. Calcular el porcentaje óptimo de pulitón que mejora los valores del diseño del pavimento.

La hipótesis general de la presente investigación es: La estabilización de suelos incorporando pulitón influye positivamente en el diseño del pavimento en la vía La Estación – Cataratas de Capua, Arequipa; las hipótesis específicas son: La situación actual de la vía hacia las cataratas de Capua se relaciona directamente con el diseño del pavimento. La incorporación de pulitón influye positivamente en la estabilización del suelo. El porcentaje óptimo de pulitón que mejora el diseño de pavimento es menor al 15%.

II. MARCO TEÓRICO

Se obtuvo los siguientes antecedentes internacionales; en la investigación “Evaluación del comportamiento físico-mecánico de la resistencia de un suelo arcilloso con cenizas de cascarilla de arroz” los autores (Moreno & Forero Barrios, 2020) realizaron los ensayos para determinar la caracterización del suelo añadiendo a la muestra la ceniza de cascarilla de arroz, en el cual para un suelo arcilloso con alto grado de plasticidad arroja una MDS de 1.76 gr/cm³ y una humedad óptima del 11.8% comparado al suelo en estado virgen con una MDS de 1.79gr/cm³ y 16.25% de humedad óptima. Finalmente concluyeron que de acuerdo con los resultados influye directamente en el factor humedad del suelo, siendo entonces que la incorporación de la ceniza de cascarilla de arroz aporta mayor absorción y drenaje del agua.

En la investigación “Evaluación del comportamiento de la resistencia de un suelo limoso con adición de ceniza de cascarilla de arroz” los autores (Aponte Gonzales & Calderon Martinez, 2020) Demostró que la Ceniza de Cascarilla de Arroz mejoró el suelo, gracias a sus propiedades, determinó que para un suelo limoso de baja plasticidad se deben realizar más ensayos para obtener la resistencia adecuada. Los autores concluyeron que este material es accesible, debido a los bajos costos en el mercado.

En la investigación “Análisis del comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de cascarilla de arroz, de la variedad blanco, a un suelo areno –arcilloso” presentado por (Barragán Garzon & Cuervo Camacho, 2019) plantearon adicionar el 1% de ceniza de cascarilla de arroz a un suelo areno arcilloso y analizaron los factores respecto a la resistencia del suelo en estado natural, en el que se concluyó que la incorporación del 1% de ceniza de cascarilla de arroz incrementó el valor de la resistencia teniendo como resultados un CBR de 1.9 con respecto a un CBR de 1.6 de la muestra de suelo natural, en la que hubo un 19% de diferencia entre ambos resultados. A la vez, concluyeron que la adición del 1% de CCA reduce la MDS DE 1.726 gr/cm³ a 1.714 gr/cm³.

En la investigación “Análisis de la modificación de un suelo altamente plástico con cascarilla de arroz y ceniza volante para subrasante de un pavimento” presentado por (Ramos & Illidge Quintero, 2017) concluyeron que mientras más cantidad de ceniza volante C se añadía, había una mejora en la resistencia del suelo aumentando de 2.02% de CBR (A0C0) hasta un 3.76% de CBR para un mezcla de suelo natural con un 30% de ceniza volante y 6% de cascarilla de arroz (A6C30), la cual cumple los parámetros mínimos requeridos para el pavimento. Asimismo hubo una reducción en la plasticidad, en las deformaciones y aumentó la resistencia frente a esfuerzos repetitivos (cíclicos).

Se obtuvo los siguientes antecedentes nacionales; en la investigación “Efecto de la incorporación de las cenizas de cáscara de arroz en subrasantes arenosas” presentado por (MORY, 2020), se evaluaron los efectos comparando el suelo natural con diferentes proporciones de ceniza de arroz para superar la falta de cohesión de la zona. Al adicionar la ceniza disminuye la MDS y aumenta el contenido óptimo de humedad requerido teniendo una adecuada compactación. Al incorporarle 5% de CCA, se obtiene hasta 109% de resistencia más que el suelo natural. Al adicionar un 10% y 15% de ceniza, la capacidad de soporte disminuye con respecto al suelo con el 5% de ceniza, pero sigue siendo mayor a la del suelo natural.

En la investigación “Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante” presentado por (CASTRO, 2017) se desarrolló el método de incorporar CCA a nivel de subrasante en diferentes porcentajes, evaluando el comportamiento geotécnico como estabilizador secundario, obteniendo buenos resultados, al añadir 20% de ceniza incrementó el valor de CBR de un valor de 5% hasta 19.4%. A la vez, genera un aumento de la resistencia a la compresión no confinada para la combinación de 6.91 kg/cm² hasta 8.77 kg/cm².

En la investigación científica “Materiales alternativos para estabilizar suelos: el uso de ceniza de cáscara de arroz en vías de bajo tránsito de Piura”, los autores (Ramal Montejó, Raymundo Juárez, & Chávez Ancajima, 2020) se realizó una estabilización de suelos con ceniza de cascarilla de arroz, en el que se obtuvo

resultados positivos para mejorar los suelos y posteriormente ser pavimentados. Utilizar este material es beneficioso en el aspecto económico, ya que, no se encuentra precios muy elevados en la ciudad.

En la investigación de (Lopez Barbarán, 2021) denominada “Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante en la localidad de Moyobamba – departamento de San Martín. Se determinó que la adición de CCA otorga buenos resultado como estabilizante, ya que, al adicionar un 15% de CCA el CBR aumenta y adicionando un 10%, el valor de CBR disminuye, pero, aun sigue siendo mayor al suelo natural.

Respecto a las bases teóricas del pavimento, se tiene la siguiente información:

El Pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, págs. 23-24)

Según Rondón “Los pavimentos están conformados por capas superpuestas horizontales y son diseñadas para soportar las cargas del tránsito y las condiciones ambientales”. (RONDON & REYES, 2015).

En otras palabras, el pavimento es una superficie vial que se ha construido con el fin de permitir el tránsito vial y/o peatonal, con materiales que otorguen comodidad, durabilidad, resistencia a esfuerzos y cargas aplicadas al terreno preparado para soportarlo a través de sus distintas capas de espesores y calidades diferentes.

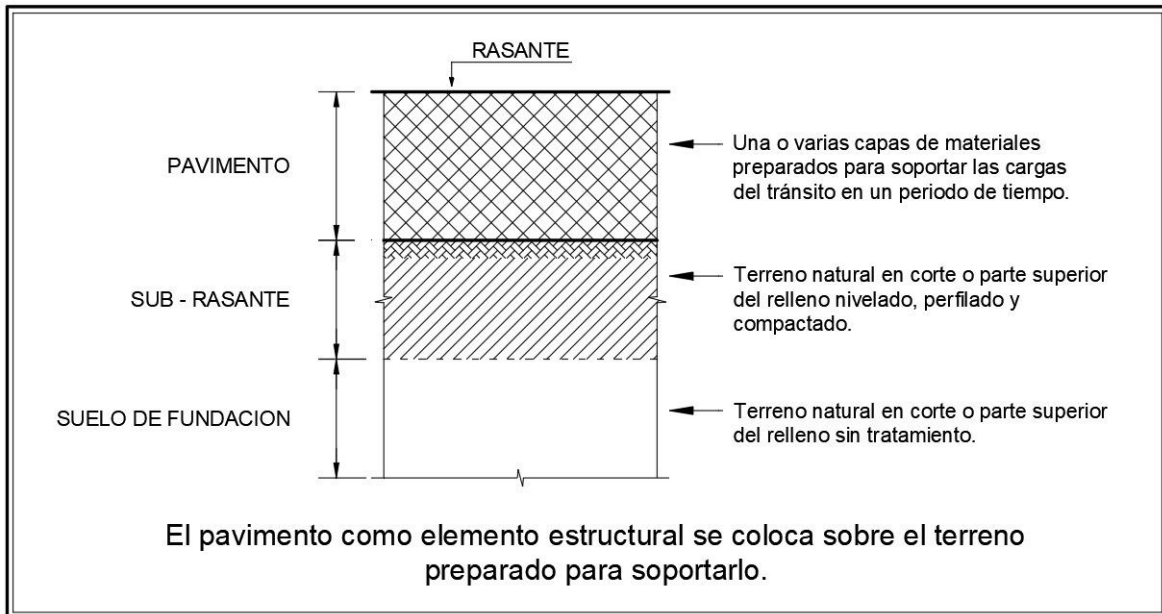


Figura 2. Pavimento como elemento estructural. Adaptado de (VIVAR, 1995)

En la figura anterior se visualiza al pavimento como elemento estructural colocado sobre un terreno preparado que pueda soportar las cargas del tráfico. El suelo de fundación es aquella capa que soporta toda la estructura del suelo y pavimento, esta zona no lleva relleno ni tratamiento. En la subrasante, en algunas ocasiones se debe adicionar material de relleno para mejorar la capacidad de soporte, a esto se le conoce como estabilización de suelo a nivel de subrasante; esta capa es muy importante ya que es la responsable de soportar adecuadamente el peso del pavimento.

La última capa de esta estructura es el pavimento y está compuesta por 3 partes, la subbase soporta el peso de la base y de la capa de rodadura, esta capa no siempre es necesaria colocarla, depende del diseño de la superficie a pavimentar y tiene como función principal controlar la capilaridad del agua. La base soporta la carpeta asfáltica, el espesor dependerá del diseño del pavimento, su principal función es la de distribuir las cargas del tránsito; por último se encuentra la capa de rodadura que puede ser flexible o rígida, es la que se encuentra en la superficie y contacto directo con el tránsito.

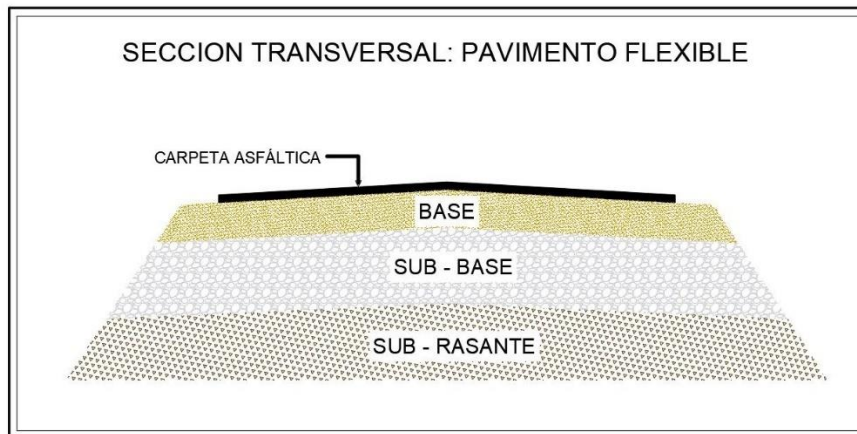


Figura 3. Estructura del Pavimento Flexible

Según el Manual de Carreteras de (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014) los tipos de pavimentos pueden clasificarse en:

Tabla 1. Tipos de Pavimento.

Pavimentos Flexibles	Pavimentos Semirígidos	Pavimentos Rígidos
Estructura compuesta por capas granulares (subbase, base) y una capa de rodadura asfáltica	Estructura compuesta por carpeta asfáltica en caliente sobre una base tratada con material de asfalto o cemento ejemplo: pavimento adoquinado	Estructura compuesta por base, subbase o estabilizada con cemento, asfalto o cal y una capa de concreto de cemento hidráulico

Con el pasar de los años, los métodos para el cálculo estructural de un pavimento se han ido modificando. Anteriormente, el proceso era más simple, solo era necesario el uso de datos y tablas, pero en la actualidad se ha requerido utilizar nuevos métodos y programas más avanzados para el desarrollo de un diseño de pavimento más preciso.

El colombiano (CAMACHO, 2015) conceptúa al AASHTO 93 como un método que presenta un modelo o ecuación a través de la cual se obtiene el número estructural (SN) en función del tránsito y la confiabilidad, este valor es un indicativo del espesor del pavimento. Para poder determinar esta variable se utiliza un ábaco, en el que se ingresa los parámetros que son: desviación estándar, confiabilidad, índice de serviciabilidad, y tránsito, obteniendo el número estructural, siendo este un valor

indispensable para determinar los valores de los espesores de las capas del pavimento.

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014) en el apartado de suelos, geología, geotecnia y pavimentos, menciona que para pavimentos flexibles de bajo volumen de tránsito el periodo de diseño será hasta 20 años (2 etapas de 10 años cada uno o una etapa de 20 años).

La ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible es la siguiente:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

W18 es el valor acumulado de EE a 18000 lb para un periodo de diseño, representa el número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.20 toneladas.

Según el MTC, para determinar el tránsito proyectado se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$Ton = T_o (1 + r)^{n-1}$$

Donde:

Ton: Tránsito proyectado al año “n” en veh/día

To: Tránsito actual (año base 0) en veh/ día

n: Número de años del periodo de diseño

r: Tasa anual de crecimiento de tránsito

Para obtener la relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes para un pavimento flexible se utiliza la siguiente tabla:

Tabla 2. Relación de cargas por eje para determinar Ejes Equivalente

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE 8.2Ton)
Eje simple de ruedas simples (EEs1)	EEs1= (P/6.6)4.0
Eje simple de ruedas dobles (EEs2)	EEs2= (P/8.2)4.0
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE TA1)	EETA1=(P/14.8)4.0
Eje Tandem (2 ejes ruedas dobles) (EE TA2)	EETA2=(P/15.1)4.0
Eje Trindem (2 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE TR1)	EETR1=(P/20.7)3.9
Eje Trindem (3 eje ruedas dobles) (EE TR2)	EETR2=(P/21.8)3.9

Nota. EE.: Ejes equivalentes

Para obtener el factor direccional y factor carril, se utiliza la siguiente tabla.

Tabla 3. Factores de distribución direccional y de carril.

Numero de calzadas	Numero de sentidos	Numero de carriles por sentido	Factor direccional (Fd)	Factor carril (Fc)	Factor ponderado Fd X Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1.00	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2.00	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3.00	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4.00	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1.00	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2.00	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1.00	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2.00	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3.00	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4.00	0.50	0.50	0.25

Nota. IMDa.: Índice medio diario anual

Posteriormente se determina los ejes equivalentes por día, por carril, se utiliza formula:

$$EE_{dia - carril} = F_{IMDA} * Factor\ de\ carril * Factor\ direccional$$

También se determina el factor de crecimiento acumulado utilizando la siguiente formula:

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Donde:

r: Tasa anual de crecimiento

n: Periodo de diseño

Finalmente, se calcula los ejes equivalentes totales con la siguiente formula:

$$EE = \sum EE_{dia - carril} * Factor\ de\ crecimiento\ acumulado * 365$$

El (Mr) Módulo de resiliencia mide la rigidez de la subrasante, para hallar el módulo de resiliencia se trabaja en conjunto con el CBR.

$$Mr (psi) = 2555 x CBR^{0.64}$$

Existen ciertos valores que nos ayudan a identificar el módulo de resiliencia respecto al porcentaje de CBR, que se muestran a continuación.

Tabla 4. Módulo de Resiliencia obtenido por CBR

CBR % Subrasante	Modulo Resiliente Subrasante (MR) (PSI)	Modulo Resiliente Subrasante (MR) (MPA)	CBR % Subrasante	Modulo Resiliente Subrasante (MR) (PSI)	Modulo Resiliente Subrasante (MR) (MPA)
6	8,043.00	55.45	19	16,819.00	115.96
7	8,877.00	61.2	20	17,380.00	119.83
8	9,669.00	66.67	21	17,931.00	123.63
9	10,426.00	71.88	22	18,473.00	127.37
10	11,153.00	76.9	23	19,006.00	131.04
11	11,854.00	81.73	24	19,531.00	134.66
12	12,533.00	86.41	25	20,048.00	138.23
13	13,192.00	90.96	26	20,558.00	141.74
14	13,833.00	95.38	27	21,060.00	145.20
15	14,457.00	99.68	28	21,556.00	148.62
16	15,067.00	103.88	29	22,046.00	152.00
17	15,663.00	107.99	30	22,529.00	155.33
18	16,247.00	112.02			

A mayor confiabilidad, entonces, la probabilidad de falla del pavimento será menor, se representa con la letra R.

Para una sola etapa de diseño, se tiene el siguiente cuadro, los datos dependen de la cantidad de EE acumulados.

Tabla 5. Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad para una etapa de diseño

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES		NIVEL DE CONFIABILIDAD
CAMINOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO	TP0	75,000	150,000	65%
	TP1	150,001	300,000	70%
	TP2	300,001	500,000	75%
	TP3	500,001	750,000	80%
RESTO DE CAMINOS	TP4	750,001	1,000,000	80%
	TP5	1,000,001	1,500,000	85%
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%
	TP8	5,000,001	7,500,000	90%
	TP9	7,500,001	10'000,000	90%
	TP10	10'000,001	12'500,000	90%
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%
	TP12	15'000,001	20'000,000	95%
	TP13	20'000,001	25'000,000	95%
	TP14	25'000,001	30'000,000	95%
	TP15		>30'000,000	95%

El coeficiente estadístico de desviación estándar normal (Z_r) depende de la confiabilidad que se seleccionó en un paso anterior. En la siguiente tabla se puede visualizar el Z_r para una etapa de 10 o 20 años, dependiendo del tipo de tráfico.

Tabla 6. Coeficiente estadístico de la desviación estándar normal

Tipo de Caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Desviación Estandar Normal (ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Transito	TP0	75,000	150,000	-0.385
	TP1	150,001	300,000	-0.524
	TP2	300,001	500,000	-0.674
	TP3	500,001	750,000	-0.842
Resto de Caminos	TP4	750,001	1,000,000	-0.842
	TP5	1,000,001	1,500,000	-1.036
	TP6	1,500,001	3,000,000	-1.036
	TP7	3,000,001	5,000,000	-1.036
	TP8	5,000,001	7,500,000	-1.282
	TP9	7,500,001	10'000,000	-1.282
	TP10	10'000,001	12'500,000	-1.282
	TP11	12'500,001	15'000,000	-1.282
	TP12	15'000,001	20'000,000	-1.645
	TP13	20'000,000	25'000,000	-1.645
	TP14	25'000,000	30'000,000	-1.645
	TP15		>30'000,000	-1.645

La desviación estándar combinada (S_o) considera la variabilidad de la predicción del tránsito y todos los factores que afectan al pavimento. El Manual de Carreteras del MTC recomienda usar 0.45 para el diseño.

El índice de serviciabilidad presente (PSI) se encuentra entre los rangos 0 a 5. El 5 muestra una buena comodidad teórica y un valor 0 muestra el peor.

- La serviciabilidad Inicial (P_i) es cuando la vía se encuentra recientemente construida. Existe una tabla donde se encuentran los índices de serviciabilidad inicial según el tipo de tráfico.

Tabla 7. Índice de Serviciabilidad Inicial según tipo de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_i)
CAMINOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO	TP1	75,000	300,000	3.80
	TP2	300,001	500,000	3.80
	TP3	500,001	750,000	3.80
	TP4	750,001	1,000,000	3.80
RESTO DE CAMINOS	TP5	1,000,001	1,500,000	4.00
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.00
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.00
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.00
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.00
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.00
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.00
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.20
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.20
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.20
	TP15		>30'000,000	4.20

- La serviciabilidad final o terminal (P_t) es cuando la vía se encuentra con alguna necesidad y requiere de algún mejoramiento o reconstrucción. Existe una tabla donde se encuentra los índices de serviciabilidad final según el tipo de tráfico.

Tabla 8. Índice de Serviciabilidad Final según tipo de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PT)
CAMINOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO	TP1	75,000	300,000	2.00
	TP2	300,001	500,000	2.00
	TP3	500,001	750,000	2.00
	TP4	750,001	1,000,000	2.00
RESTO DE CAMINOS	TP5	1,000,001	1,500,000	2.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	2.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	2.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	2.50
	TP9	7,500,001	10'000,000	2.50
	TP10	10'000,001	12'500,000	2.50
	TP11	12'500,001	15'000,000	2.50
	TP12	15'000,001	20'000,000	3.00
	TP13	20'000,001	25'000,000	3.00
	TP14	25'000,001	30'000,000	3.00
	TP15	>30'000,000		3.00

La variación de serviciabilidad (ΔPSI) es la diferencia entre la serviciabilidad inicial y la serviciabilidad final.

$$\Delta PSI = P_t - P_i$$

En el número estructural requerido (SNR) se encuentran todos los datos que se obtuvo en los pasos anteriores se reemplazarán en la fórmula AASHTO, consiguiendo finalmente el valor del Número Estructural. Cuando se obtiene el SN, es posible, la determinación de los espesores de las capas del pavimento, a partir de ahí se puede determinar la altura de la sub-base, base y capa de rodadura. Estos espesores no tienen una solución única, ya que pueden existir diferentes alternativas para la estructura. Esta transformación se obtiene de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3$$

Donde:

Tabla 9. Variables de la Ecuación Número Estructural

Variables	
a1, a2, a3	Coefficientes estructurales de las capas: superficiales, base y subbase, respectivamente
d1, d2, d3	Espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente
m2, m3	Coefficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

Los valores de los coeficientes estructurales (a_1 a_2 a_3) de la capa superficial son:

Tabla 10. Valores de coeficientes estructurales de la Capa Superficial

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_1 (cm)	OBSERVACION
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 Mpa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	a1	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Trafico
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsion.	a1	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Trafico \leq 1'000,000 EE
Micropavimento 25mm	a1	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Trafico \leq 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa	a1	(*)	Capa Superficial recomendada para Trafico \leq 500,000 EE. No aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vias con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen el frenado de vehiculos
Lechada Asfáltica (slurry seal) de 12mm	a1	(*)	Capa Superficial recomendada para Trafico \leq 500,000 EE. No aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y entramos que obliguen al frenado de vehiculos

Los valores de los coeficientes estructurales (a_1 a_2 a_3) de la base son:

Tabla 11. Valores de coeficientes estructurales de la Base.

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE	OBSERVACION
BASE			
Base Granular CBR 80% compactada al 100% de la MDS	a2	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Trafico \leq 5'000,000 EE
Base Granular CBR 100% compactada al 100% de la MDS	a2	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Trafico $>$ 5'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a2a	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Trafico
resistencia a la compresion 7 dias = 35 kg/cm2)	a2b	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Trafico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresion 7 dias = 12 kg/cm2)	a2c	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Trafico

Los valores de los coeficientes estructurales (a_1 a_2 a_3) de la Subbase son:

Tabla 12. *Valores de coeficientes estructurales de la Subbase*

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL	OBSERVACION
SUBBASE			
Sub Base Granular CBR 40% compactada al 100% de la MDS	a_3	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Trafico \leq 15'000,000 EE

También es importante considerar en la ecuación de AASHTO, el coeficiente de drenaje de bases y subbases, ya que éste considera la influencia de drenaje en la estructura y está dado por dos variables: La exposición de saturación y la calidad de drenaje. En el siguiente cuadro se puede observar la calidad de drenaje según el tiempo que tarda el agua en ser evacuada.

Tabla 13. *Calidad de Drenaje*

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Respecto a las bases teóricas del suelo, se tiene la siguiente información:

El (MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO, 2016) menciona en la norma técnica CE.020 que los suelos al perder su capacidad de carga deben ser estabilizados, también al tener deformaciones en exceso, ya que, pueden poner en riesgo de la vida de las personas, bienes, materiales y el ambiente.

De acuerdo con los conceptos anteriores podemos concluir que el suelo es un material muy importante para obras de construcción, así mismo, estos deben estar en un buen estado para su uso.

Según (JOSÉ, 2015) en el libro propiedades físicas de los suelos indica que en el suelo se distinguen tres fases:

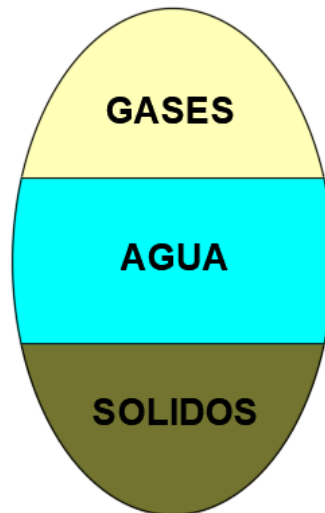


Figura 4. Representación de las distintas fases de una muestra de suelo

La clasificación SUCS, también llamado Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, es importante saber el tipo de suelo y su subgrupo, cada uno de ellos tiene sus prefijos y sufijos que ayudara posteriormente a la lectura del tipo de suelo.

Tabla 14. *Tipos de suelo*

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien Graduado	W
Arena	S	Pobrementemente Graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Organico	O	Baja Plasticidad	L
		Alta Plasticidad	H

La plasticidad se halla con la parte de suelo fino que corresponde a la muestra que se está estudiando. En la siguiente figura se observa la carta de plasticidad representada por un plano cartesiano, donde se puede encontrar en las abscisas al Limite Liquido y en las ordenadas al índice de plasticidad.

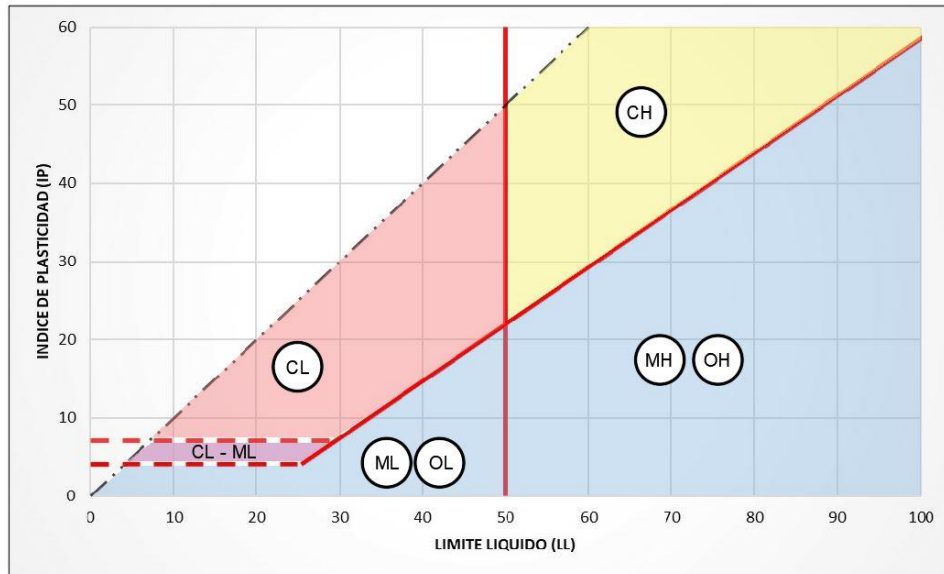


Figura 5. Clasificación Suelo Grueso (RODRIGUEZ, 2017)

Tabla 15. Tabla Clasificación SUCS – Grano Grueso

GRUPOS		SIMBOLO DE GRUPO	NOMBRE DE GRUPO	CRITERIOS DE CLASIFICACION		
SUELOS DE GRANO GRUESO (mas del 50 % es retenido en el tamiz No 200)	GRAVAS (mas del 50% de la fracción gruesa es mayor que el tamiz No 4)	Gravas Limpias (menos de 5% de finos)	GW	Grava bien gradada	solo Granulometría	$Cu > 4$ $1 < Cc < 3$
			GP	Grava pobremente gradada		$Cu < 4$ y 6 $1 > Cc > 3$
		Gravas con finos (mas de 12% de finos)	GM	Grava limosa	Los finos se ubican en la zona de LIMOS (ML) en la Carta de Plasticidad de Casagrande	
			GC	Grava arcillosa	Los finos se ubican en la zona de ARCILLA (CL) en la Carta de Plasticidad de Casagrande	
		GC-GM	Grava limosa arcillosa	Simbolo dual: Finos se ubican en la zona de signo doble (CL-ML) de la carta de plasticidad de Casagrande.		
	> 50% F.G. ret. Tamiz N° 4	Gravas con 5 a 12% de finos (simbolo dual)	GW-GM	Grava bien gradada con limo	Granulometría(Cc, Cu) y plasticidad (Carta de Plasticidad)	Simbolo dual
			GW-GC	Grava bien gradada con arcilla		
			GP-GM	Grava pobremente gradada con limo		
			GP-GC	Grava pobremente gradada con arcilla		
> 50% Ret. N° 200	ARENAS (50% o más de la fracción gruesa pasa el tamiz No 4)	Arenas Limpias (poco o ningun fino)	SW	Arena bien gradada	solo Granulometría	$Cu > 6$ $1 < Cc < 3$
			SP	Arena pobremente gradada		$Cu < 6$ y 6 $1 > Cc > 3$
		Arenas con finos (mas de 12% de finos)	SM	Arena limosa	Los finos se ubican en la zona de LIMOS (ML) en la Carta de Plasticidad de Casagrande	
			SC	Arena arcillosa	Los finos se ubican en la zona de ARCILLA (CL) en la Carta de Plasticidad de Casagrande	
		SC-SM	Arena limosa arcillosa	Simbolo dual: Finos se ubican en la zona de signo doble (CL-ML) de la carta de plasticidad de Casagrande.		
	≥50% F.G. Pasa Tamiz N° 4	Arenas con 5 a 12 % de finos (simbolo dual)	SW-SM	Arena bien gradada con limo	Granulometría(Cc, Cu) y plasticidad (Carta de Plasticidad)	Simbolo dual
			SW-SC	Arena bien gradada con arcilla		
			SP-SM	Arena pobremente gradada con limo		
			SP-SC	Arena pobremente gradada con arcilla		

Tabla 16. Tabla Clasificación SUCS – Grano Fino

SUELOS DE GRANO FINO (50 % ó mas pasa el tamiz No 200)	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido < 50%	CL	Arcilla de baja plasticidad	IP >7 y cae en ó sobre la línea A
		ML	Limo	IP < 4 ó cae bajo la línea A
		CL-ML	Arcilla limosa	4 ≤ IP ≤ 7, Símbolo dual: Finos se ubican en la zona de signo doble (CL-ML).
		OL	arcilla ó limo orgánico	Ubicar IP en Carta Plasticidad y verificar que : LL (secado al horno) / LL (sin secado al horno) < 0.75
≥50% Pasa Nº 200	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido ≥ 50%	CH	Arcilla de alta plasticidad	IP cae en ó sobre la línea A
		MH	Limo elástico	IP cae bajo de la línea A
		OH	arcilla ó limo orgánico	Ubicar IP en Carta Plasticidad y verificar que : LL (secado al horno) / LL (sin secado al horno) < 0.75
Suelos altamente orgánicos		Pt	Turba	Patrón principal de identificación: color oscuro a negro, olor orgánico, textura fibrosa a amorfa. No aplican ensayos

Podemos definir a la estabilización de un suelo como el mejoramiento de sus propiedades físicas de manera que se pueda adicionar productos naturales, productos sintéticos o productos químicos y a la misma vez por procedimientos mecánicos. Esta estabilización, es realizada especialmente en suelos que tengan subrasante clasificada como pobre o inadecuada y se las conoce como estabilización de suelo-cal, suelos-cemento, suelo-asfalto, etc. Por otro lado, cuando se hace uso de una base granular o sub-base y se estabiliza con el fin de obtener un material con mejores propiedades y calidad, se le conoce como una sub-base granular tratada o base granular tratada (cal, cemento, asfalto, cenizas volantes, etc.) (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

De forma general una estabilización de suelos otorga mayor resistencia mecánica y más años de duración de sus propiedades. Existen diversas maneras de lograr una estabilidad, de cualquier forma, que se realice siempre irá de la mano con un proceso de compactación.

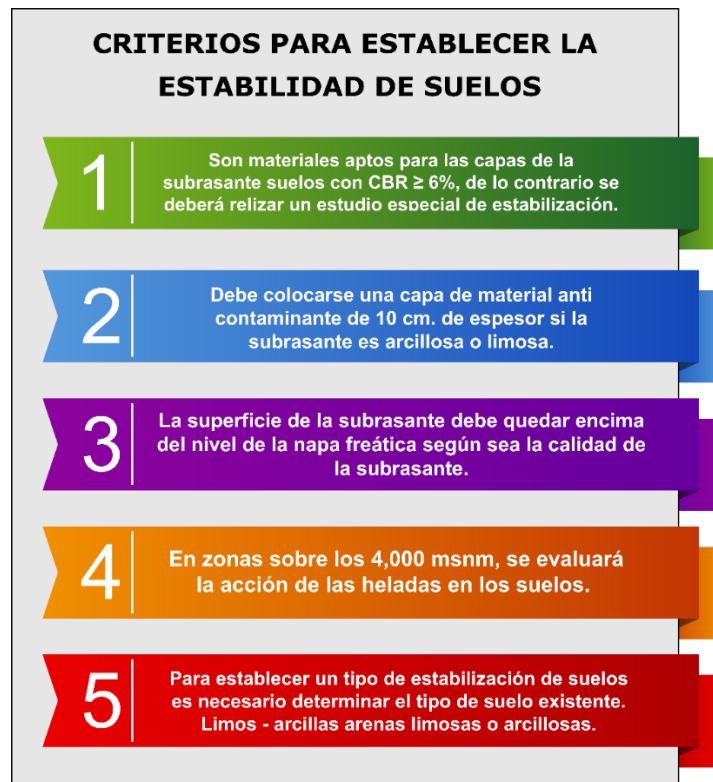


Figura 6. Criterios para establecer la estabilidad de suelos

El uso de las cenizas volantes (CV) fue añadido para estabilizar un suelo debido a los grandes problemas ambientales y económicos que originaba la cal y el cemento Portland, fue por este motivo que desarrollaron diversas investigaciones englobando estos materiales con la finalidad de obtener un nuevo componente ambientalmente sostenible para solucionar los diferentes problemas que se presentan en la ingeniería a nivel mundial. En un comienzo se utilizó las CV como aditivo para estructuras compuestas de cemento y concreto, después se fue implementando como relleno en terraplenes y por último se hizo uso de este material como estabilizador de suelos en la construcción de caminos. (RIVERA, AGUIRRE-GUERRERO, MEJIA, & OROBIO, 2020).

Los autores Rivera, Aguirre-Guerrero, Mejía & Orobio detallan en su artículo (RIVERA, AGUIRRE-GUERRERO, MEJIA, & OROBIO, 2020) los resultados que obtuvieron al realizar un estudio sobre estabilizar suelos arcillosos para el uso en capas de base o capas de subbase en pavimentos flexibles, en el cual concuerdan que mientras se vaya aumentando el contenido de CV en la combinación con el suelo, el valor de CBR, módulo de resiliencia y resistencia a la compresión

aumentan, con lo que se podría utilizar capas con espesores menos gruesos y asimismo economizar en el diseño de un pavimento.

La estabilización de suelos incorporando pulitón, es la técnica y solución que permite mejorar las propiedades mecánicas del suelo, donde el pulitón actúa como agregado no plástico y así disminuye la MDS de la subrasante de la vía.

La periodista peruana, (ROJAS, 2020) especializada en agroalimentaria, dirige la revista Agronegocios Perú, que es la primera revista peruana dedicada a la agroexportación y la agroindustria, indica que la cascarilla de arroz se forma gracias al proceso de molienda que tiene este grano cuando ya se encuentra maduro, este proceso se obtiene cuando separamos la cascara del arroz.

Uno de los usos que tiene la cascarilla de arroz es el de abonar la tierra para macetas, ya que éste contiene fósforo y potasio, de esta forma, ayuda al crecimiento de las raíces de las plantas, también ayuda a corregir la acidez del suelo manteniéndolo húmedo para que las plantas se mantengan hidratadas, pero sin encharcamientos.

La cascarilla de arroz se quiebra fácilmente, es abrasiva y tiene color rojizo oscuro, tiene una densidad baja, por lo que al apilarse puede ocupar espacios muy grandes. 1 tonelada puede ocupar hasta 8m³ a granel, posee una elevada cantidad de sílice, es por esta razón que este grano es muy biodegradable. En la siguiente tabla se puede observar la composición química de la cascarilla de arroz y de la ceniza.

Tabla 17. Composición Química de la Cascarilla de Arroz y de CCA

Cascarilla de Arroz		Ceniza de cascarilla de Arroz	
Componente	%	Componente	%
Carbono	39.1	Ceniza de Silice (SiO) ₂	94.5
Hidrógeno	5.2	Oxido de Calcio (CaO)	0.25
Nitrógeno	0.6	Oxido de Magnesio (MgO)	0.23
Oxígeno	37.2	Oxido de Potasio (K ₂ O)	1.1
Azufre	0.1	Oxido de Sodio (Na ₂ O)	0.78
Cenizas	17.8	Sulfato (SO ₃)	0.56

La cascarilla de arroz se puede considerar como un residuo que implica diferentes problemas hasta su disposición final, ya que genera mucho volumen y contiene muy baja biodegradabilidad. En los últimos años se usa en diversas actividades, especialmente como lecho para las aves, para mejorar la calidad de tierra en los viveros, como cama para los cerdos y hasta para mezclar con el alimento del bovino.

Sin embargo, en la actualidad, debido a sus principales características como el poder calorífico, temperatura de combustión y la cantidad inmensa que existe, gracias a las zonas donde producen este grano, ha dado la posibilidad de poder usarlo en otras modalidades logrando sustituir el uso del carbón, derivados del petróleo, madera y la energía eléctrica. (VARON, 2005)

El uso de la cascarilla de arroz en el área de la construcción es un paso muy grande, ya que puede ser posible reutilizar un producto para luego ser usado en las construcciones, aportando así con el medio ambiente.

La constructora española (ARQUITECTURA SOSTENIBLE, 2020) menciona en su página sobre la innovación de usar materiales que sean naturales, estos podrían permitir construcciones sostenibles, que encamine a las personas a tener una vida saludable y con más áreas verdes.

En Italia existe una empresa llamada Ricehouse, que se dedica a realizar mortero para el tarrajeo de las viviendas, ya sea exteriores o interiores con el uso de

cascarilla de arroz, ellos tienen el enfoque de utilizar una materia prima (que generalmente se utiliza como cama de ganado) como recurso para un futuro sostenible.

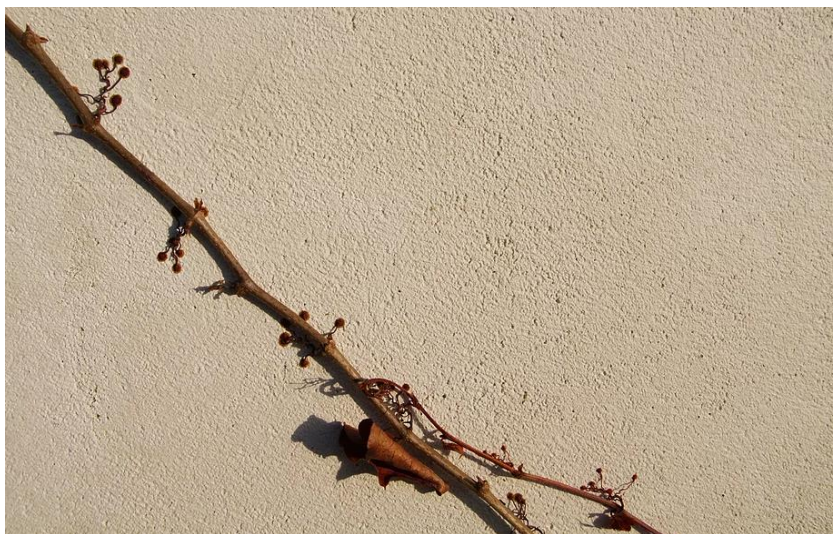


Figura 7. Tarrajeo exterior con Mortero de Cal y Cascarilla de Arroz (RICEHOUSE, s.f.)

Unos estudiantes de la Universidad de Panamá y su asesor Gerardo Sandoya, presentaron el proyecto Eco Bloques Híbridos a base de cenizas de cáscara de arroz para la construcción de viviendas en áreas rurales, demostrando que al convertir en cenizas la cascarilla de arroz a una temperatura de 400° a 800°C, obtenían un producto con bastante sílice, que ayudó en la elaboración de dichos bloques, convirtiéndolo en un producto económico, de calidad y sobre todo ecológico. (CIGARRUISTA, 2015)

El uso del CCA ha generado mucho interés en la tecnología de la construcción debido a las características de este material que puede dar ventajas técnicas, ambientales y económicas a un subproducto. Cuando esta ceniza se produce por combustión controlada se crea una puzolana reactiva que es capaz de incrementar la resistencia de edades muy tempranas, pero, cuando la ceniza se produce por combustión no controlada, se obtiene una puzolana de menor calidad, también llamada ceniza de cáscara de arroz residual. (GIACCIO, y otros, 2006)

Según Martha Hildebrandt en su sección El Habla Culta, indicó que la ceniza de cascarilla de arroz se usa para lavar vajillas y otros utensilios caseros, este producto es más conocido como “pulitón” (Perú: agricultura, reforma agraria y desarrollo económico, ZUÑIGA, 1970 como se citó en HILDEBRANDT, 2019)

El marco legal de la presente investigación, el cual estará referido a Estudios de Mecánica de Suelos y Pavimentación, relacionado con diferentes normas generales y específicas internacionales y nacionales como la ASTM, Reglamento Nacional de Edificaciones, Normas Técnicas Peruanas y manuales o documentos técnicos existentes.

- ASTM D 1241-00: “Especificación Estándar para Materiales para Agregado de suelos, subbase, base y capas de rodadura”
- ASTM D 1883-16: “Métodos de Ensayos de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio”
- AASTHO 1993: “Guía AASTHO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos”
- Norma Técnica CE.020 - “Estabilización de Suelos y Taludes” - DECRETO SUPREMO N.º 017-2012-VIVIENDA
- NTP 339.127:1998 (Revisada el 2019) – Contenido de humedad
- NTP 339.128:1999 (Revisada el 2019) - Granulometría por tamizado
- NTP 339.129:1999 (Revisada el 2019) – Límites de Atterberg
- NTP 339.134:1999 (Revisada el 2019) – Clasificación SUCS
- NTP 339.141:1999 (Revisada el 2019) - Proctor modificado
- NTP 339.145:1999 (Revisada el 2019) – Ensayo de CBR
- MTC Manual de Carreteras: “Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos” R.D. N° 10-2014-MTC/14
- MTC Manual de Carreteras: “Manual de Ensayo de Materiales” R.D. N° 18-2016-MTC/14

Normas para el presente proyecto:

- MTC E 107 “Análisis granulométrico de suelos por tamizado”.
- MTC E 110 “Determinación del LL de los suelos”.
- MTC E 111 “Determinación del LP de los suelos e Índice de plasticidad (I.P.)”.
- MTC E 115 “Ensayo de Proctor modificado”.
- MTC E 132 “Ensayo de CBR”.

- MTC “Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial.”
- Manual de publicación de la Asociación Americana de Psicología (APA), séptima edición (2020).

El marco conceptual de la presente investigación es la siguiente:

Aditivo: Producto químico o mineral (o mezcla de estos) que modifica una o más propiedades de un material. (MTC 2018, 2018)

Afirmado: Capa compactada de material granular natural o procesado, con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. (MTC 2018, 2018)

Base: Parte de la estructura del pavimento, constituida por una capa de material seleccionado que se coloca entre la subbase o subrasante y la capa de rodadura. (MTC 2018, 2018)

Carretera Pavimentada: Carretera cuya superficie de rodadura, está conformada por mezcla bituminosa (flexible) o de concreto Portland (rígida). (MTC 2018, 2018)

CBR: Valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo. (MTC 2018, 2018)

Combustión Controlada: Cuando el proceso de combustión es a través de horno y con una temperatura adecuada.

Compactación: Proceso manual o mecánico que tiende a reducir el volumen total de vacíos de suelos, mezclas bituminosas, morteros y concretos frescos de cemento Portland. (MTC 2018, 2018)

Combustión no Controlada: Cuando la combustión se realiza al aire libre y sin control de temperaturas.

Durabilidad: Calidad de un material, producto o servicio respecto a su duración. (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 2020)

Estabilizar un suelo: Mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en las superficies de rodadura o capas inferiores de la carretera, y son conocidas como suelo cemento, suelo cal y otros diversos.

Humedad: Cantidad de humedad contenida en una pieza, medida como porcentaje con relación al peso seco de la muestra. (Diccionario de Arquitectura y Construcción, s.f.)

Pavimento: Se apoya en la subrasante de la vía resistiendo los esfuerzos que originan los vehículos (MTC 2018, 2018)

Subbase: Se encuentra entre la capa base y la subrasante de la estructura de un pavimento. (MTC 2018, 2018)

Subrasante: Es la capa donde se apoya toda la estructura del pavimento. (MTC 2018, 2018)

Trafico: Circulación de vehículos. (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 2020)

Transitabilidad: Nivel de servicio de la infraestructura vial que asegura un estado tal de la misma que permite un flujo vehicular regular durante un determinado periodo. (MTC 2018, 2018)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

3.1.1.1. De acuerdo con el fin que se percibe

Según la revista educación de la Universidad de Costa Rica, (VARGAS, 2009) la investigación aplicada es aquella que se enmarca en una secuencia programática de búsquedas que tienen como núcleo el diseño de teorías científicas. [...] El fundamento epistemológico de esta expresión está en la base de distinciones tales como “saber y hacer”, “conocimiento y práctica”, “explicación y aplicación”, “verdad y acción”.

Según (LLAMAS, 2020) la investigación tecnológica se encarga de buscar soluciones a problemas incluyendo alguna tecnología generando nuevos productos, servicios, procedimientos, etc. que den respuesta a un problema en concreto.

En esa medida, el presente proyecto es una **investigación de tipo aplicada**, debido a que se adaptó conocimientos para ponerlos en práctica y así poder satisfacer necesidades, solucionando problemas sociales, económicos y sobre todo de transitabilidad vehicular para dirigirse a las cataratas de Capua.

Asimismo, también se considera que es una **investigación tecnológica**, ya que se realizó la técnica de estabilización de suelos con un material no convencional, haciendo uso del pulitón.

3.1.1.2. De acuerdo con el tipo de datos analizados

(HERNANDEZ, 2014) dice que el enfoque cuantitativo, representa un conjunto de procesos, es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase.

De acuerdo con ello, esta investigación es de **tipo cuantitativo**, debido a que se estableció un orden secuencial para obtener un resultado, tanto en la variable dependiente como en la variable independiente; en estabilización de suelos incorporando pulitón, se extrajo una muestra para luego ser llevada al laboratorio y

realizar los ensayos correspondientes, se obtuvo los resultados y luego se procedió a investigar los mismos. Por otro lado, en diseño de pavimentos se obtuvo el resultado de los espesores que tendrá cada capa de la estructura.

3.1.1.3. De acuerdo con el periodo y secuencia del estudio

(HERNANDEZ, 2014) indica en su libro Metodología de la Investigación, que los diseños de investigación transeccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único (Liu, 2008 y Tucker, 2004). Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como “tomar una fotografía” de algo que sucede.

Por lo tanto, la siguiente investigación es de **tipo transversal**, ya que se recolectó la información en un solo tiempo y no dependió del tiempo en que se recolectaba.

3.1.2. Nivel de Investigación

3.1.2.1. De acuerdo con el nivel de conocimiento que se obtiene

Según (HERNANDEZ, 2014) la investigación descriptiva busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis y la investigación explicativa está dirigida a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables.

Relacionando lo señalado en el párrafo anterior podemos concluir que, la investigación es de **tipo descriptivo – correlacional**, puesto que, se pudo especificar las propiedades de la muestra para así proceder a estabilizar el suelo con pulitón. A la vez es de **tipo explicativo** en un porcentaje menor, ya que la investigación concluyó en un diseño de pavimentos después de estabilizar el suelo de la misma vía; esto quiere decir que existe una relación en las dos variables.

3.1.3. Diseño Metodológico

3.1.3.1. De acuerdo con el diseño metodológico

(HERNANDEZ, 2014) indica: En los diseños cuasi experimentales, los sujetos se encuentran agrupados previos al experimento y no se emparejan de forma aleatoria.

En consecuencia, la presente investigación es de **tipo cuasi experimental** porque se definió la muestra a conveniencia por el investigador, todas las calicatas no se eligieron de forma aleatoria, sino, que fueron elegidos por los investigadores.

3.2. Variables y Operacionalización

3.2.1. Variables

Según (HERNANDEZ, 2014) la variable, es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse [...] El concepto de variable se aplica a personas u otros seres vivos, objetos, hechos y fenómenos, los cuales adquieren diversos valores respecto de la variable referida.

De acuerdo con el autor del párrafo anterior, para que una frase pueda ser una variable, esta debe ser posible transformarla y esta misma variación debe ser susceptible de medirse y observarse de forma directa.

3.2.1.1. Variable Independiente

Estabilización de suelos incorporando pulitón.

3.2.1.2. Variable Dependiente

Diseño del Pavimento.

3.2.2. Operacionalización

Tabla 18. Operacionalización de variables.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	INSTRUMENTOS
V.I.: Estabilización de suelos incorporando pulitón	<p>Es la técnica y solución que permite mejorar las propiedades mecánicas del suelo, donde la ceniza de cascarrilla de arroz actúa como agregado no plástico y así disminuye la densidad seca máxima de la subrasante de la vía.</p>	<p>Se debe incorporar cenizas de cascarrilla de arroz en diferentes porcentajes para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante de la vía, tomando en cuenta los parámetros del Manual de Carreteras Sección Suelos, geología, geotecnia y pavimentos.</p>	<p>Estabilización de suelos</p>	<p>Máxima Densidad Seca</p> <p>Contenido de Humedad Óptima</p> <p>Capacidad de Soporte</p> <p>Propiedades Mecánicas</p>	<p>Escala de razón</p> <p>Escala de razón</p> <p>Escala de proporción</p> <p>Escala de razón</p>	<p>Proctor Modificado</p> <p>CBR</p> <p>Clasificación de Suelos SUCS – AASTHO</p> <p>Humedad</p>
				<p>Cenizas volátiles</p>	<p>Porcentaje Óptimo de incorporación</p>	
V.D.: Diseño de pavimento	<p>Con el pasar de los años, los métodos para el cálculo estructural del espesor de las capas de un pavimento se han ido modificando. Anteriormente, el proceso era más simple, solo era necesario el uso de datos y tablas, pero en la actualidad se ha requerido utilizar nuevos métodos y programas más avanzados para el desarrollo de un diseño de pavimento más preciso.</p>	<p>Se necesita tener una capacidad de soporte >6% de subrasante para luego empezar con el diseño utilizando el método AASTHO 93 para llegar a obtener los espesores de la estructura del pavimento.</p>	<p>Trafico Vehicular</p>	<p>IMDa</p> <p>Ejes equivalentes</p>	<p>Escala de proporción</p>	<p>Conteo de vehículos</p> <p>Módulo de resiliencia</p> <p>Confiabilidad</p> <p>Desviación Estándar</p> <p>Desviación Estándar combinada</p> <p>Variación de serviciabilidad</p> <p>Número estructural</p>
				<p>Método AASTHO 93</p>	<p>Espesor de carpeta asfáltica</p> <p>Espesor de base granular</p> <p>Espesor de subbase granular</p>	

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Según (HERNANDEZ, 2014) la población es un sub-grupo del cual se recolectan datos representativos de ésta. La población accesible, es aquella que su campo de estudio está dispuesto para la investigación. La población finita, es aquella que tiene un límite determinado.

Por lo tanto, la población que se determinó para esta investigación es de 6.5 km de la carretera que va desde el Anexo La Estación hasta el Fundo Capua. Por lo tanto, se ha determinado que la población es de **tipo finita y accesible** ya que tiene una cantidad de km, siendo medible y toda la vía ha estado disponible para la realización de la presente tesis.



Figura 8: Trazo de vía por progresivas

3.3.2. Muestra

Según (HERNANDEZ, 2014) la muestra no probabilística es el procedimiento que no es mecánico ni se basa en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador o de un grupo de investigadores y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación.

Por lo tanto, la muestra de la presente investigación es de **tipo no probabilístico**, ya que se eligió el tramo más crítico para representar toda la problemática de la vía,

esto quiere decir, que las conclusiones podrían ser la probable solución para toda la vía en estudio. Las muestras fueron seleccionadas por ser accesibles para los investigadores.

Para determinar los puntos críticos (PC) se hizo uso de nuestra ficha de campo número 1, denominada, descripción del lugar, para lo cual, se realizó la primera visita a campo para el reconocimiento del terreno, y así, poder llenar las fichas de acuerdo con las características principales de nuestra zona de estudio.

El presente, es un cuadro resumen del llenado de fichas que se realizó en la primera visita a campo, se detalló las características principales de la vía cada medio kilómetro.

Tabla 19. *Características principales por progresiva.*

PROGRESIVA	CARACTERÍSTICAS	OBSERVACIÓN
0+000	Presencia de animales de granja. Presencia de material suelto en los bordes. Presencia de pequeños ahuellamientos. Habitantes cerca a la zona de estudio	
0+500	Vía en pendiente. Casas cerca a la zona Zona agrícola cerca a la zona Vía con encalaminado	
1+000	Fin de pendiente Encalaminado excesivo, no permite avanzar en vehículo a más de 15 km/h Casas cerca a la zona Zona agrícola cerca a la zona	1+300 Calicata N°1
1+500	Inicio de pendiente en la vía Vía con encalaminado Presencia de curvas Ahuellamientos	
2+000	Presencia de curvas con pendiente Vía con encalaminado Peligro de derrumbes Restos de material en el borde de la vía	
2+500	Encalaminado en la vía Peligro de volcadura hacia quebrada pronunciada Material suelto sobre la vía	

3+000	Material suelto sobre la vía Encalaminado excesivo, no permite avanzar en vehículo a más de 15 km/h Curvas peligrosas	3+100 Calicata N°2
3+500	Encalaminado excesivo, no permite avanzar en vehículo a más de 15 km/h Ahuellamientos Presencia de material suelto en los bordes.	
4+000	Encalaminado pronunciado Presencia de curvas con pendiente Material suelto sobre la vía Restos de material en el borde de la vía	
4+500	Encalaminado excesivo, no permite avanzar en vehículo a más de 15 km/h Presencia de material suelto en los bordes. Ahuellamientos	
5+000	Encalaminado excesivo Habitantes cercanos a la zona de estudio Zona agrícola cerca a la zona	
5+500	Habitantes cercanos a la zona de estudio Zona agrícola cerca a la zona Encalaminado pronunciado	
6+000	Zona agrícola cerca a la zona Ahuellamientos Encalaminado excesivo, no permite avanzar en vehículo a más de 15 km/h	5+800 Calicata N°3
6+450	Encalaminado excesivo Ahuellamientos Restos de material en el borde de la vía	

Del cuadro anterior, determinó 3 puntos críticos (PC) en toda la vía, zonas con presencia de ahuellamientos y tramos con excesivos encalaminados, que no permiten tener una adecuada transitabilidad vehicular. Los PC son los siguientes:

- Calicata N°1: Progresiva 1+300
- Calicata N°2: Progresiva 3+100
- Calicata N°3: Progresiva 5+800

3.3.3. Criterios de inclusión y Exclusión

Según (VARA, 2012) los criterios de inclusión y exclusión son aquellas características que ayudan a determinar la participación respecto a la población, es decir, lo que los hace elegibles dentro del estudio.

En esa medida, solo se incluyeron los suelos comprendidos dentro del ancho de la rodadura de la carretera y se excluyó los que no son parte de ésta.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El autor (ARIAS, 2012), señala que las técnicas de investigación son una serie de procesos que se usa para recopilar datos, ésta debe ser almacenada o recolectada para que posteriormente se pueda procesar, analizar e interpretar lo investigado.

3.4.1. Diseño de investigación documental

El autor (QUINTANA, 2006) indica que el análisis documental, es el origen de la investigación, estos pueden ser individual, en conjunto, formales o informales, de esta manera, se puede obtener información muy importante.

Por lo tanto, nuestra investigación hizo uso de la **técnica de análisis documental**, ya que, se realizaron cálculos para la estabilización del terreno incorporando pulitón y también para el diseño de pavimentos de acuerdo con la revisión bibliográfica de las diferentes fuentes, se utilizó como instrumento las fichas, ya que, para la investigación fue necesario contar con la ayuda de formatos como es el check list. En la presente ficha, se detalla las instituciones a las que se acudió de manera presencial y virtual solicitando información necesaria para el procedimiento de nuestra investigación.

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN – CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA				
ITEM	INSTITUCION	INDICACIONES	SE ENCONTRÓ	NO SE ENCONTRÓ
1	Municipalidad Distrital de Yura	Recopilar informacion acerca de la via hacia las cataratas de Capua		
2	Comisaria de Yura	Obtener informacion de accidentes en la via hacia las cataratas de		
3	Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Recopilar información acerca de pavimentacion con vias de bajo transito		
4	Molino San Lorenzo - Camaná	Encuesta a empresa para obtener informacion acerca del proceso de obtencion de la ceniza de cascarilla de arroz		
5	Molino Villa Hermosa - Camaná	Encuesta a empresa para obtener informacion acerca del proceso de obtencion de la ceniza de cascarilla de arroz		
6	Molino Santa Rosa - Camaná	Encuesta a empresa para obtener informacion acerca del proceso de obtencion de la ceniza de cascarilla de arroz		
7	Molino San Miguel - Camaná	Encuesta a empresa para obtener informacion acerca del proceso de obtencion de la ceniza de cascarilla de arroz		
8	Repositorio de Universidad Cesar Vallejo	Buscar tesis en la que utilicen cenizas de cascarilla de arroz para mejoramiento de vias		
9	Repositorio de Universidad Ricardo Palma	Buscar tesis en la que utilicen cenizas de cascarilla de arroz para mejoramiento de vias		
10	Repositorio de Universidad Nacional de Ingenieria	Buscar tesis en la que utilicen cenizas de cascarilla de arroz para mejoramiento de vias		
11	Repositorio de Universidad de Piura	Buscar tesis en la que utilicen cenizas de cascarilla de arroz para mejoramiento de vias		
12	Repositorio de Universidad Nacional de San Agustin	Buscar tesis en la que utilicen cenizas de cascarilla de arroz para mejoramiento de vias		
13	Repositorio de Universidad Catolica Santa Maria	Buscar tesis en la que utilicen cenizas de cascarilla de arroz para mejoramiento de vias		
14	MINAGRI	Recopilar informacion acerca de la produccion de arroz en el Perú		
15	Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento	Obtener informacion acerca de estabilizacion de suelos con cenizas volatiles		

Figura 9. Check Lists

3.4.2. Diseño de investigación de campo

3.4.2.1. Observación según el grado de estructuración

(ARIAS, 2012) afirma que la observación estructurada maneja diferentes guías con diseños hechos con anterioridad, para luego ser usados en campo, esto permite una mejor organización.

Desde este punto de vista la presente investigación usó la **técnica de observación estructurada**, ya que, fue necesario el uso de hojas de campo para definir los puntos donde se realizaron los ensayos y así poder obtener información importante para la investigación. Todas estas hojas fueron preparadas en gabinete, para luego ser usada en campo.

La ficha de campo N°1, se denominó, descripción del lugar, fue llenada en la primera visita a campo, se colocó las características de la vía cada 500 m, como, coordenadas UTM, propiedad del terreno, fauna, nivel freático, descripción de la zona, etc. Cada ficha llena, se encuentra en los anexos.



FICHA DE CAMPO N°1 - Descripción del Lugar

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN – CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA

FOTO	UBICACIÓN DEL PROYECTO	
	Distrito	
	Provincia	
	Departamento	
	Coordenadas UTM	
DESCRIPCION GENERAL		
1	Progresiva	
2	Propiedad del terreno	
3	Uso actual	
4	Presencia de lugares acuosos	
5	Fauna	
6	Areas naturales afectadas	
7	Descripcion de la zona	
Fecha:		

Figura 10. Ficha de Campo N°1

La ficha de campo N°2, se denominó, calicatas, en donde se detalló, coordenadas UTM, progresivas, número de calicata, profundidad, etc. Cada ficha llena se encuentra en los afiches.


		
FICHA DE CAMPO N°2 - CALICATAS		
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN – CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA		
	UBICACIÓN DEL PROYECTO	
	Distrito	
	Provincia	
	Departamento	
	Coordenadas UTM	
IMAGEN		
DESCRIPCION GENERAL		
1	Progresiva	
2	Número de Calicata	
3	Propiedad del terreno	
4	Profundidad	
5	Cantidad de Material a Extraer	
6	Nivel Freático	
7	Observaciones	
Fecha:		

Figura 11. Ficha de Campo N°2

La ficha de campo N°3, se denominó, molinos de arroz, esta encuesta, se utilizó para recopilar información acerca de la cascarilla de arroz y a la vez obtener información del pulitón. Se visitó 4 molineras de arroz, a quienes se entrevistó y se solicitó información como: ingreso anual de arroz cascara, meses de ingreso de

arroz cascara al molino, usos de la cascarilla de arroz, información acerca del pulitón, etc. Cada ficha llena se encuentra en los anexos.

ENCUESTA A MOLINOS DE ARROZ
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN – CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA
1.- ¿Qué cantidad de arroz cáscara ingresa al molino anualmente? _____ _____
2.- ¿En qué meses del año ingresa el arroz cáscara al molino? _____ _____
3.- ¿Qué cantidad de cascarilla de arroz se extrae después del proceso de molienda del grano de arroz? _____ _____
4.- ¿Cuáles son los usos de la cascarilla de arroz? _____ _____
5.- ¿Conoce Ud. El pulitón? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
6.- ¿Qué conoce del pulitón? _____ _____

Figura 12. Ficha de campo N°3

La ficha de campo N°4, fue usada para determinar el conteo y clasificación vehicular de la vía que va a las cataratas de Capua, ya que, se hizo la visita a la Municipalidad Distrital de Yura, pero, nos indicaron que no tenían información de esos datos.

En el manual de carreteras pavimentadas con bajo volumen de tránsito (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2008) indica que si se tiene conocimiento de las horas y días con mayor afluencia de vehículos, se puede realizar el conteo en ese horario y en días de la semana estratégicos.

Es así, que se realizó el conteo de vehículos los miércoles, (que nos servirá de referencia para días de la semana) sábado y domingo (días con mayor afluencia de vehículos que ingresan a la zona). En horarios de 5:00am a 7:00pm, que son los horarios de ingreso y salida de vehículos, esta información fue otorgada por la comisaria de la Calera, quienes indicaron que a partir de las 6:00pm las personas que tienen viviendas cercanas a la vía, se quedan en sus domicilios para salir al día siguiente muy temprano. Por otro lado, la vía no cuenta con iluminación y es muy riesgoso transitar con vehículo, ya que podrían ocurrir accidentes por el mal estado de la vía. La ficha de campo N°4 fue obtenida del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

TRAMO DE LA CARRETERA											ESTACION									
SENTIDO											DIA									
UBICACIÓN											FECHA									
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			TOTAL		
			PICK UP	PANEL	MOTOR		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	3S3	2T2	2T3		3T2	3T3
0-1																				
1-2																				
2-3																				
3-4																				
4-5																				
5-6																				
6-7																				
7-8																				
8-9																				
9-10																				
10-11																				
11-12																				
12-13																				
13-14																				
14-15																				
15-16																				
16-17																				
17-18																				
18-19																				
19-20																				
20-21																				
21-22																				
22-23																				
23-24																				
TOTALES																				

Figura 13. Ficha de Campo N°4

3.4.2.2. Observación según el nivel de Participación del Investigador

(DEL CID, MENDEZ, & SANDOVAL, 2011) señaló que la observación participante es cuando el investigador interviene en todos los aspectos de la investigación.

De acuerdo con el párrafo anterior esta investigación es de **observación tipo participante**, ya que, los integrantes de la presente tesis han participado en todas las actividades realizadas que han sido necesarias para llevar a cabo la presente tesis.

3.5. Procedimiento

Para obtener información, respecto a las características de la vía, se realizó la primera visita a campo y se registró los datos más importantes de la vía, para conocer el estado en el que se encontró, utilizando la ficha de campo N°1. Se utilizó un GPS para identificar las coordenadas geográficas de cada punto.

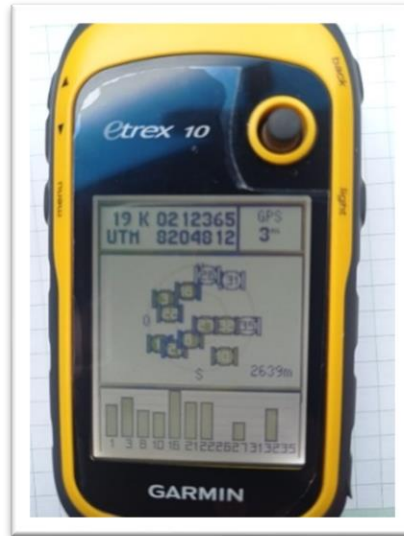


Figura 14. Coordenadas geográficas de la progresiva 6+000

Se pudo visualizar que la vía presenta encalaminados, ahuellamientos, presencia de material suelto sobre la vía, etc. Que no permite tener una adecuada transitabilidad vehicular para llegar a las cataratas de Capua.



Figura 15. Ahuellamientos Progresiva 3+000



Figura 16. Encalaminado excesivo. Progresiva 5+000

A partir del llenado de la ficha de campo N°1, se pudo determinar los 3 puntos críticos y en la siguiente visita se realizó las calicatas de 1.50 m de profundidad. En este procedimiento se extrajo 240 kg de muestra aproximadamente por calicata.

Calicata N°1: Progresiva: 1+300 - Altitud: 2548 msnm – 212866E - 8202048N
Profundidad: 1.50 m



Figura 17. Calicata N°1 – 1+300 km

Calicata N°2: Progresiva: 3+100 - Altitud: 2588msnm – 212536E – 8202960N -
Profundidad: 1.50m



Figura 18. Calicata N°2 – 3+100 km

Calicata N°3: Progresiva: 5+800 - Altitud: 2620msnm – 212303E – 8204628N -
Profundidad: 1.50m

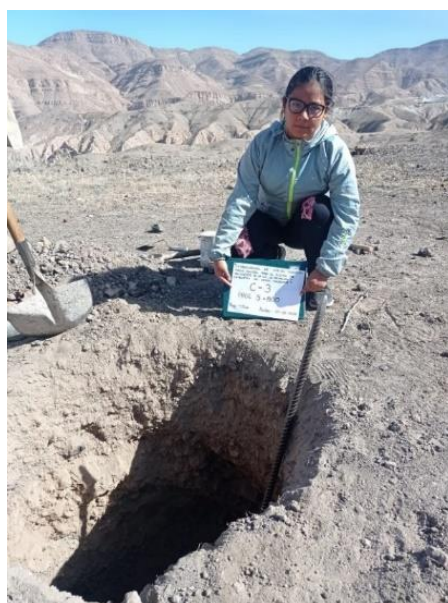


Figura 19. Calicata N°3 – 5+800 km

Para obtener información acerca de la cascarilla de arroz y el origen del pulitón, visitamos diferentes empresas molineras a las que se les realizó diferentes preguntas con la intención de conocer un poco más de la materia prima del pulitón.

Los molinos reciben aproximadamente 2 millones de kilos de arroz cáscara anualmente entre los meses de marzo a mayo, a partir de que llega la CA, comienza el proceso de molienda extrayendo la cascarilla de arroz. Este producto, según los encuestados, es utilizada para los animales de granja como cerdos, gallinas y caballos; a la vez, como abono para plantas. Hay ocasiones que la CA no es vendida totalmente y las molineras deben regalarlas o desecharlas a un campo amplio.



Figura 20. Visita a Molineras de Arroz

Todas las personas encuestadas tenían conocimiento del pulitón a la que respondieron, que este material, se genera debido al quemado de la cascarilla de arroz y es utilizado para el lavado de utensilios de cocina o para el retiro del tizne que se pega a las ollas. Con la información recibida de las encuestas y con los datos obtenidos en la revista El Habla Culta de Marta Hildebrandt, procedimos a la compra del pulitón, que es vendido al por mayor y menor en los mercados de la provincia de Arequipa y a la vez en las molineras. El precio es de 4.00 soles al por menor y 3.00 al por mayor, Se obtuvo 60 kilos de material para los ensayos realizados

3.6. Método de análisis de datos

Se realizaron diferentes métodos para poder llevar a cabo el análisis de la información obtenida:

- Cuadros resumen de la descripción de la vía con el programa Excel
- Planos de ubicación y de puntos de localización utilizado el programa AutoCAD

3.7. Aspectos éticos

En el presente proyecto se ha respetado estrictamente los procedimientos de acuerdo con las normas técnicas, la información que ha sido recopilada para la recolección de datos es real y no ha sido alterada o inventada. En el momento que se realizaron las encuestas, se realizó las preguntas con total respeto y educación, para tener un clima cordial y amable. A la vez, será considerado como no plagio, ya que se realizó parafraseo, se respetó a todos los autores mencionados en la información que se colocó en la presente investigación y se podrá comprobar lo dicho anteriormente por el reporte que brinda la plataforma Turnitin.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción del área de investigación

4.1.1. Ubicación Política y Geográfica

El distrito de Yura políticamente según la (MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YURA, 2020) en el Plan de Desarrollo Concertado al 2030, está ubicado en el departamento y provincia de Arequipa, perteneciendo a la cuenca del Rio Chili, en la sub – cuenca del Rio Yura. Los límites del Distrito de Yura son:

- Por el norte : Distrito de Achoma (Caylloma).
- Por el noroeste : Distrito de Huanca.
- Por el sureste : Cerro colorado, Cayma, Yanahuara.
- Por el suroeste : Distrito de Vitor.
- Por el este : Distrito de Cayma.

El distrito de Yura geográficamente según la (MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YURA, 2020) en el Plan de Desarrollo Concertado del distrito de Yura al 2030, está ubicado al noroeste de la ciudad de Arequipa, a 30 km del cercado hasta la Calera. Tiene una altitud media de 2529 m.s.n.m. Se encuentra ubicada entre la latitud Sur 16° 15' 04" y la longitud Oeste 71° 40' 52".

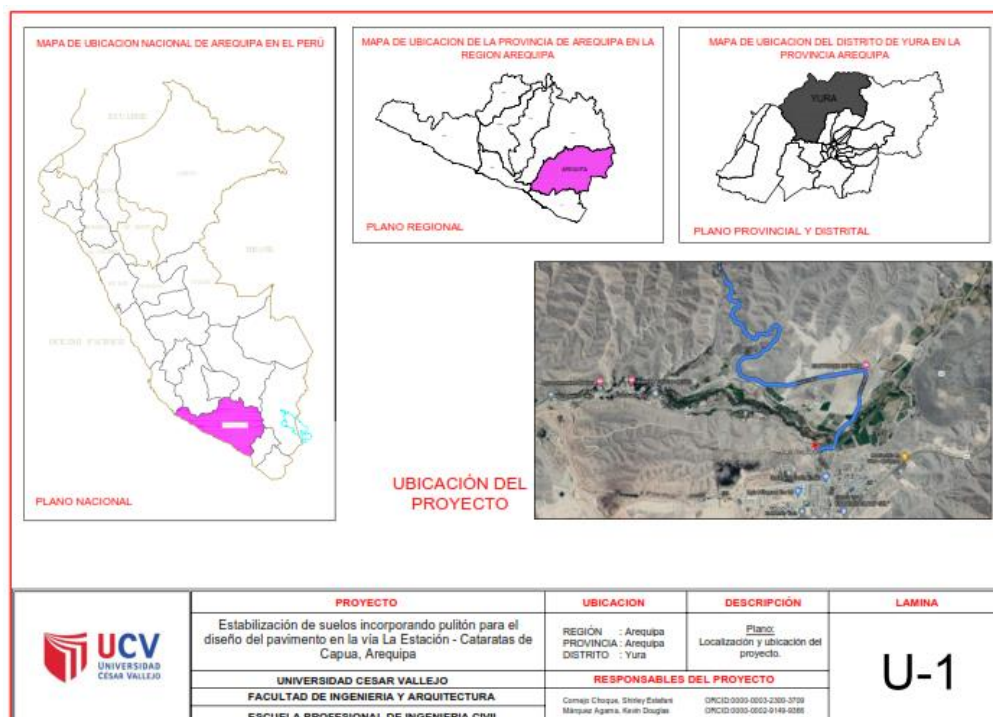


Figura 21. Ubicación de zona de estudio.

4.1.2. Topografía

El distrito de Yura según la (MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YURA, 2012) en el Plan de Desarrollo Concertado al 2021, posee una topografía muy accidentada. El clima que posee este distrito permite tener un buen desarrollo en la agricultura. El Río Yura es el principal componente para que el distrito posea un ambiente natural y exista variedad en la flora y fauna.

4.1.3. Clima

Según la (MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YURA, 2012) en el Plan de Desarrollo Concertado al 2021, Yura contaba con una estación meteorológica, del tipo Publio métrico, pero en 1985 dejó de funcionar, a partir de esa fecha no se puede obtener información acerca del comportamiento climatológico del distrito. Según SENAMHI, el clima en el distrito de Yura es muy frío en invierno y mas intenso en las zonas altas, la temperatura promedio se encuentra entre 14.1°C a 7.4°C, la humedad relativa anual es de 44%, los vientos tienen una velocidad de 18 km/h de NE a SW.

4.1.4. Características Socioeconómicas de la Población

4.1.4.1. Agricultura y ganadería

Según (MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YURA, 2020) en el Plan de Desarrollo Concertado al 2030, la agricultura es una de las principales actividades económicas del distrito, debido al clima y las aguas del río Yura, según la Gerencia Regional Agraria de Arequipa, este distrito posee un aproximado de 1785 ha, en el que se cosecha ajo, alfalfa, alverja verde, cebada, cebolla, habas, maíz, orégano, papa, quinua y zanahoria.

Según (MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YURA, 2012) en el Plan de Desarrollo Concertado al 2021, la ganadería de este distrito es variado, ya que tiene un ecosistema para la vida silvestre, como la perdiz, tórtolas, chihuancos, ruiseñores, jilgueros, calandrias, lechuzas, sapos, ranas, pumas, roedores como vizcachas, ratas y ratones. Pero también se puede visualizar animales como vacas, ovejas, caballos, asnos, chivos, patos, gallinas, cuyes, cerdos, etc. que la población utiliza como alimento o transporte.

4.1.4.2. Turismo

Según la (MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YURA, 2012) en el Plan de Desarrollo Concertado al 2021, Yura posee gran potencial turístico, como: Los Termo medicinales, las Cataratas de Capua, los Hornos de Cal, la Andenería Agrícola de Yura Viejo y el Mirador de Coipata.

Las cataratas de Capua es una caída de agua, en el que se puede acceder de dos formas: La primera: es a pie, en un promedio de 2 horas de caminata, y, la segunda: es con vehículo hasta el fundo Capua, a partir de ahí, una caminata de aproximadamente 30 minutos. En el camino se puede apreciar gran cantidad de fauna silvestre, filtraciones de agua y arbustos que cubren inmensas piedras que conforman el cañón.

4.2. Situación actual de la carretera

Se realizó la descripción de la vía cada 500 metros, con la ayuda de la ficha de Campo N°1, en el transcurso de la zona estudiada, no se encontró presencia de lugares acuosos o áreas naturales afectadas, a continuación se mostrará las características de cada uno de los tramos estudiados.

4.2.1. Progresiva 0+000

- **Ubicación:**

Departamento y provincia de Arequipa, distrito de Yura.

- **Coordenadas UTM:**

213251E 8201574N

- **Propiedad del Terreno:**

Municipalidad Distrital de Yura

- **Uso Actual:**

Vía hacia cataratas de Capua

- **Descripción de la Zona:**

Presencia de vacas, burros, perros.

Presencia de material suelto en los bordes.

Presencia de ahuellamientos.

Habitantes cerca de la zona de estudio.



Figura 22. Progresiva 0+000 km

4.2.2. Progresiva 0+500

- **Ubicación:**

Departamento y provincia de Arequipa, distrito de Yura.

- **Coordenadas UTM:**

213528E 8201944N

- **Propiedad del Terreno:**

Municipalidad Distrital de Yura

- **Uso Actual:**

Vía hacia cataratas de Capua

- **Descripción de la Zona:**

Vía en pendiente

Casas cerca de la zona

Zona agrícola cerca de la zona

Vía con enclaminado



Figura 23. Progresiva 0+500 km

4.2.3. Progresiva 1+000

- Ubicación:

Departamento y provincia de Arequipa, distrito de Yura.

- Coordenadas UTM:

213224 8202044

- Propiedad del Terreno:

Municipalidad Distrital de Yura

- Uso Actual:

Vía hacia cataratas de Capua

- Descripción de la Zona:

Fin de la pendiente

Casas cerca de la zona de estudio

Zona agrícola cerca de la zona de estudio

Vía con enclaminado excesivo



Figura 24. Progresiva 1+000 km

4.2.4. Progresiva 1+500

- **Ubicación:**

Departamento y provincia de Arequipa, distrito de Yura.

- **Coordenadas UTM:**

212758 8202102

- **Propiedad del Terreno:**

Municipalidad Distrital de Yura

- **Uso Actual:**

Vía hacia cataratas de Capua

- **Descripción de la Zona:**

Inicio de pendiente en la vía

Vía con encalaminados

Presencia de curvas

Ahuellamientos



Figura 25. Progresiva 1+500 km

4.2.5. Progresiva 2+000

- Ubicación:

Departamento y provincia de Arequipa, distrito de Yura.

- Coordenadas UTM:

212975 8202369

- Propiedad del Terreno:

Municipalidad Distrital de Yura

- Uso Actual:

Vía hacia cataratas de Capua

- Descripción de la Zona:

Presencia de curvas en la vía con pendiente

Vía con encalaminado

Peligro de derrumbe

Restos de material al borde de la vía



Figura 26. Progresiva 2+000 km

4.2.6. Progresiva 2+500

- **Ubicación:**

Departamento y provincia de Arequipa, distrito de Yura.

- **Coordenadas UTM:**

212707 8202534

- **Propiedad del Terreno:**

Municipalidad Distrital de Yura

- **Uso Actual:**

Vía hacia cataratas de Capua

- **Descripción de la Zona:**

Encalaminado en la vía

Material suelto sobre la vía

Peligro de volcadura hacia quebrada pronunciada



Figura 27. Progresiva 2+500 km

4.2.7. Progresiva 3+000

- Ubicación:

Departamento y provincia de Arequipa, distrito de Yura.

- Coordenadas UTM:

212549 8202876

- Propiedad del Terreno:

Municipalidad Distrital de Yura

- Uso Actual:

Vía hacia cataratas de Capua

- Descripción de la Zona:

Material suelto sobre la vía

Encalaminado excesivo

Ondulaciones prominentes en curvas cerradas

Curvas peligrosas



Figura 28. Progresiva 3+000 km

4.2.8. Progresiva 3+500

- Ubicación:

Departamento y provincia de Arequipa, distrito de Yura.

- Coordenadas UTM:

212293 8202912

- Propiedad del Terreno:

Municipalidad Distrital de Yura

- Uso Actual:

Vía hacia cataratas de Capua

- Descripción de la Zona:

Encalaminado excesivo

Ahuellamientos

Presencia de material suelto en los bordes



Figura 29. Progresiva 3+500 km

4.2.9. Progresiva 4+000

- **Ubicación:**

Departamento y provincia de Arequipa, distrito de Yura.

- **Coordenadas UTM:**

212240 8203368

- **Propiedad del Terreno:**

Municipalidad Distrital de Yura

- **Uso Actual:**

Vía hacia cataratas de Capua

- **Descripción de la Zona:**

Encalaminado pronunciado

Presencia de curvas con pendiente

Material suelto sobre la vía

Restos de material en el borde de la vía



Figura 30. Progresiva 4+000 km

4.2.10. Progresiva 4+500

- Ubicación:

Departamento y provincia de Arequipa, distrito de Yura.

- Coordenadas UTM:

211973 8203621

- Propiedad del Terreno:

Municipalidad Distrital de Yura

- Uso Actual:

Vía hacia cataratas de Capua

- Descripción de la Zona:

Encalaminado excesivo

Presencia de material suelto en bordes

Ahuellamientos



Figura 31. Progresiva 4+500 km

4.2.11. Progresiva 5+000

- Ubicación:

Departamento y provincia de Arequipa, distrito de Yura.

- Coordenadas UTM:

212029 8204032

- Propiedad del Terreno:

Municipalidad Distrital de Yura

- Uso Actual:

Vía hacia cataratas de Capua

- Descripción de la Zona:

Encalaminado excesivo

Habitantes cercanos a la zona de estudio

Zona agrícola cerca de la zona



Figura 32. Progresiva 5+000

4.2.12. Progresiva 5+500

- **Ubicación:**

Departamento y provincia de Arequipa, distrito de Yura.

- **Coordenadas UTM:**

212147 820448

- **Propiedad del Terreno:**

Municipalidad Distrital de Yura

- **Uso Actual:**

Vía hacia cataratas de Capua

- **Descripción de la Zona:**

Encalaminado excesivo

Zona agrícola cerca de la zona

Habitantes cercanos a la zona de estudio



Figura 33. Progresiva 5+500

4.2.13. Progresiva 6+000

- **Ubicación:**

Departamento y provincia de Arequipa, distrito de Yura.

- **Coordenadas UTM:**

212365 8204812

- **Propiedad del Terreno:**

Municipalidad Distrital de Yura

- **Uso Actual:**

Vía hacia cataratas de Capua

- **Descripción de la Zona:**

Encalaminado excesivo

Zona agrícola cerca de la zona

Ahuellamientos



Figura 34. Progresiva 6+000 km

4.2.14. Progresiva 6+450

- **Ubicación:**

Departamento y provincia de Arequipa, distrito de Yura.

- **Coordenadas UTM:**

212186 8205144

- **Propiedad del Terreno:**

Municipalidad Distrital de Yura

- **Uso Actual:**

Vía hacia cataratas de Capua

- **Descripción de la Zona:**

Encalaminado excesivo

Ahuellamientos

Restos de material en el borde de la vía



Figura 35. Progresiva 6+450 km

La vía no se encuentra en buen estado, ya que en casi todos los tramos existen excesivos encalaminados y ahuellamientos que no permiten tener una adecuada transitabilidad vehicular, a la vez, podría ser un peligro para los usuarios que deseen llegar a las cataratas por esta vía, ya que, transitar por ésta podría provocar accidentes vehiculares como volcaduras, choques, etc.

4.3. Características del pulitón

(ARCOS, MACIAZ Pinto, & RODRIGUEZ Paez, 2007) Cuando se realiza la quema de cascarilla de arroz, el 13 al 29% se convierte en ceniza del peso inicial, que está compuesta entre 87 a 97% de sílice.

(MORY Espinoza, 2020), en su tesis Efecto de la Incorporación de las cenizas de cáscara de arroz en subrasantes arenosas, realizó el ensayo de rayos x a la CCA. De la Tabla N.º 20 se puede apreciar que, el pulitón posee gran cantidad de sílice presentando un 92.19% del total de la muestra, 4.2% de óxido de potasio y lo restante corresponde a diferentes tipos de óxidos.

Tabla 20. Composición química de CCA

Compuesto	% Muestra
SiO ₂	92.19
K ₂ O	4.2
P ₂ O ₅	0.95
CaO	0.72
MgO	0.66
MnO	0.19
BaO	0.06
Y ₂ O ₃	0.06
ZrO ₂	0.05
SrO	0.05
Fe ₂ O ₃	0.03
La ₂ O ₃	0.03
LOI	1.42

4.4. Índice Medio Diario Anual

Los resultados obtenidos en la ficha de campo N°4, muestran que los miércoles son los días de poca afluencia vehicular, con un total de 25 vehículos en el día, los sábados 55 vehículos y los domingos 42 vehículos al día. Con estos datos, se determinó el volumen vehicular semanal, siendo 222 vehículos/semana. Por lo tanto IMDs es igual a 32 vehículos, el factor de corrección para vehículos ligeros es de 1.1136. Por lo tanto el IMDA es el siguiente.

$$\text{IMDA} = \text{IMDs} * F_c$$

$$\text{IMDA} = 32 * 1.1136$$

$$\text{IMDA} = 35 \text{ Veh/día}$$

Tabla 21. IMDA según IMDs y factor de estación.

Tipo de Vehículo	Tráfico vehicular en dos sentidos por día						TOTAL					
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domindo	SEMANA	IMDS	FC	IMDA	
Automovil	17	17	17	17	17	17	34	26	145	21	1.1136	23
Pick Up	6	6	6	6	6	6	13	10	53	8	1.1136	8
Panel	0	0	0	0	0	0	4	4	8	1	1.1136	1
Rural Combi	0	0	0	0	0	0	4	2	6	1	1.1136	1
Camión 2E	2	2	2	2	2	2	0	0	10	1	1.1136	2
Total	25	25	25	25	25	25	55	42		32	1.1136	35

4.5. Características de las muestras extraídas

Se realizó diferentes ensayos en el laboratorio (MARCOR SRL) ubicado en la provincia de Arequipa, para determinar las propiedades físicas de las muestras obtenidas en las 3 calicatas. Los ensayos realizados fueron:

- Ensayo de Análisis Granulométrico
- Ensayo de Límites de Atterberg
- Ensayo de Proctor Modificado
- Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)

Se realizó ensayos al suelo natural, con 0%, 5%, 10% y 15% de incorporación de pulitón. El procedimiento fue el mismo para cada uno de los ensayos de los diferentes porcentajes.

4.5.1. Ensayo de análisis granulométrico

Este ensayo comenzó recolectando una muestra de aproximadamente 12 kg, a la que se le realizó 3 cuarteos, para obtener un aproximado de 1.5kg de material.



Figura 36. Ensayo Análisis Granulométrico.

Se procedió a pesar y lavar la muestra con la malla de lavado N°200, hasta que el agua salga transparente, este proceso ayuda a tener un resultado con más exactitud. Se coloca al horno por un tiempo de 24 horas para obtener el peso seco de la muestra y continuar con el tamizado; La muestra debe pasar por las mallas 1", ¾", 3/8", N°4, N°10, N°20, N°40, N°60, N°140, N°200, para luego pesar los pasantes de cada una de las mallas.



Figura 37. Lavado y tamizado de muestra.

4.5.2. Ensayo de Límites de Atterberg

Para proceder con el ensayo, se obtuvo muestra pasante del tamiz N°40.

4.5.2.1. Límite Líquido y Límite Plástico

Para el límite líquido, después obtenida la muestra pasante de la malla N°40, se agrega agua destilada, hasta conseguir que el material tenga plasticidad. Se coloca en la cuchara de casa grande y con un ranurador se realiza una abertura por la parte media de la cuchara para proceder a realizar los golpes.

Para el límite plástico, se debe colocar cierta cantidad de agua, para luego hacer gusanitos delgaditos de aproximadamente 3mm en el vidrio esmerilado, hasta que fissure, posteriormente se lleva al horno para conocer sus humedades.

El material no presentaba límite líquido, ni plástico, no se podía realizar los gusanitos y se cuarteaba apenas se le colocaba en la cuchara de Casa Grande.



Figura 38. Ensayo límites de Atterberg

4.5.3. Ensayo de proctor modificado

Para este ensayo, se utilizó el método A y C de la norma NTP 339.141, para la calicata 1 y 2 se realizó el método A, en la que se utiliza el molde de 4" y se realiza 25 golpes con el pistón de 10 libras cada 5 capas y para la calicata 3 se realizó el método C, realizando 56 golpes con el pistón cada 5 capas y con el molde de 6". En ambos métodos se comienza colocando un porcentaje de agua, para luego esparcirlo en toda la muestra. A continuación, se realiza los golpes por capa de acuerdo al método que se este realizando, para proceder a pesar la muestra húmeda + el molde.



Figura 39. Ensayo Proctor Modificado.

Se le retira material húmedo que se encuentra de la parte delantera y trasera del molde, para finalmente colocarlo en el horno por 24 horas, obteniendo ahí la humedad del suelo. Con esos datos se puede obtener la máxima densidad seca y el contenido óptimo de humedad.



Figura 40. Muestra húmeda. Proctor Modificado

4.5.4. Ensayo de CBR

Después de haber determinado el porcentaje óptimo de humedad con el ensayo de proctor modificado, se procede a realizar la compactación con los 3 moldes de CBR, primeramente se coloca el papel filtro, luego el disco separador y se empieza a compactar, el primer molde es a 10 golpes, el segundo a 25 golpes y el tercero a 56 golpes. Inmediatamente se retira el anillo, para poder retirar muestra y llevarlo al horno para conocer su humedad.

Por otro lado, se invierte el molde con mucha rapidez y se coloca las cargas (anular y ranurada) para proceder a sumergirlas en agua por 4 días, registrando los datos de hinchamiento cada 24 horas con el dial de expansión.

Después de los 4 días de estar sumergido, se lleva a la prensa para el ensayo de carga y penetración, se debe mover las manijas a una velocidad de 0.05 pulg/min y se registra los datos de la carga de las muestras. Con esos datos se obtuvo la capacidad de soporte del terreno.



Figura 41. Ensayo CBR



Figura 42. Muestras compactadas a 10, 25 y 56 golpes.

4.6. Resultados con 0% de incorporación de pulitón

4.6.1. Ensayo de Humedad

Para la calicata N°01 con 0 de incorporación de pulitón, se ha obtenido una humedad promedio de 5.6%.

Tabla 22. Calicata 1 - Contenido de humedad - 0% incorporación de pulitón.

ITEM	DESCRIPCION	UND.	MUESTRA		
1	Nro de ensayo	-	1	2	3
2	Nombre de recipiente	-	TG-2	TG-6	TG-7
3	Masa del recipiente	g	123.13	124.21	122.88
4	Masa del recipiente + muestra humed:	g	320.16	322.24	315.12
5	Masa del recipiente + muestra seca	g	310.2	311.13	305.28
6	Contenido de humedad parcial	%	5.3	5.9	5.4
7	Contenido de humedad parcial	%		5.6	

Nota: g.: gramos

Para la calicata N°02 con 0% de incorporación de pulitón, se ha obtenido una humedad promedio de 4.4%.

Tabla 23. Calicata 2 - Contenido de humedad - 0% incorporación de pulitón.

ITEM	DESCRIPCION	UND.	MUESTRA		
1	Nro de ensayo	-	1	2	3
2	Nombre de recipiente	-	TG-5	TG-1	TG-8
3	Masa del recipiente	g	124.32	125.35	124.16
4	Masa del recipiente + muestra humedada	g	313.16	300.23	305.62
5	Masa del recipiente + muestra seca	g	305.78	292.35	297.88
6	Contenido de humedad parcial	%	4.1	4.7	4.5
7	Contenido de humedad parcial	%		4.4	

Nota: g.: gramos

Para la calicata N°03 con 0 de incorporación de pulitón, se ha obtenido una humedad promedio de 3.3%.

Tabla 24. Calicata 3 - Contenido de humedad - 0% incorporación de pulitón.

ITEM	DESCRIPCION	UND.	MUESTRA		
1	Nro de ensayo	-	1	2	3
2	Nombre de recipiente	-	TG-3	TG-4	TG-9
3	Masa del recipiente	g	123.88	124.35	124.16
4	Masa del recipiente + muestra humedada	g	449.28	435.23	395.65
5	Masa del recipiente + muestra seca	g	438.65	425.65	386.78
6	Contenido de humedad parcial	%	3.4	3.2	3.4
7	Contenido de humedad parcial	%		3.3	

Nota: g.: gramos

Se tiene una tabla resumen de las 3 calicatas con sus respectivos contenidos de humedad.

Tabla 25. Resumen de contenido de humedad por calicata.

N° de Calicata	Contenido de Humedad
Calicata N°1	5.60%
Calicata N°2	4.40%
Calicata N°3	3.30%

4.6.2. Ensayo de Análisis Granulométrico

Los resultados de la calicata N°1 para el ensayo granulométrico, informan que el suelo natural obtenido es arenoso, ya que, el material predominante es la arena, este material posee 17.25% de grava, 11.17% de finos y 71.57% de arenas.

Los resultados de la calicata N°2 para el ensayo granulométrico, informan que el suelo natural obtenido es arenoso, ya que, el material predominante es la arena, este material posee 7.51% de grava, 10.91% de finos y 81.58% de arenas.

Los resultados de la calicata N°3 para el ensayo granulométrico, informan que el suelo natural obtenido es arenoso, ya que, el material predominante es la arena, este material posee 17.26% de grava, 11.17% de finos y 71.57% de arenas.

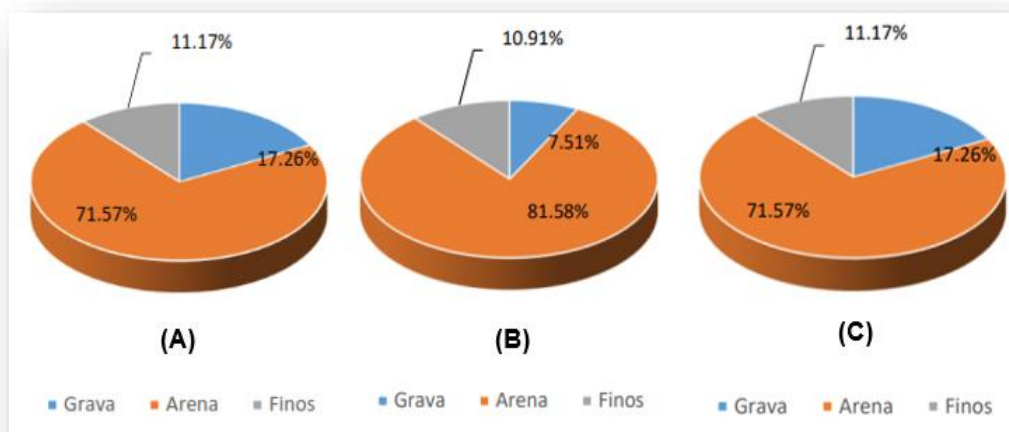


Figura 43. Porcentaje de grava, arena y finos. 0% incorporación.
A) Calicata 1. B) Calicata 2. C) Calicata 3.

De acuerdo con los resultados obtenidos en las 3 calicatas, se determinó que el material predominante en la vía que va a las cataratas de Yura es la arena, ya que, en las 3 muestras extraídas en las diferentes calicatas, se clasificó como arenoso.

Tabla 26. Porcentaje de grava, arena y finos. 0% incorporación. Calicata N.^a 1, 2, 3

	C1	C2	C3
Grava	7.8	7.51	17.26
Arena	81.87	81.58	71.57
Finos	10.33	10.91	11.17

4.6.3. Ensayo de Límites de Atterberg

Respecto al ensayo de límites de Atterberg, se determinó que el resultado para la C1, C2 y C3 es NP. Ya que, no fue posible seguir los procedimientos de estos ensayos. En el ensayo de limite líquido el material no permitió que se pueda realizar

los golpes en la cuchara de Casagrande, debido a que, la muestra se quebraba cuando se realizaba la separación con el ranurador. En el ensayo del límite plástico, la muestra no tenía plasticidad y no permitía formar los gusanitos. Este procedimiento se realizó para las 3 calicatas, pero, en ninguna de ellas se determinó límites.

Tabla 27. *Valores límites de Atterberg. 0% incorporación. Calicata N°1,2,3*

LIMITES DE ATTERBERG	
Límite Líquido (%)	0.00%
Límite Plástico (%)	0.00%
Índice de Plasticidad (%)	NP

4.6.4. Clasificación de Suelos SUCS

Según el porcentaje de gravas, arenas y finos, a la vez con el resultado del índice de plasticidad, se puede determinar que el suelo de la C1 es SP – SM, el suelo de la C2 SP – SM, el suelo de la C3 es SP – SM.

Tabla 28. *Clasificación SUCS al 0% de incorporación*

Clasificación SUCS al 0% de incorporación de pulitón	
C1	SP - SM (Arena mal graduada con limo)
C2	SP - SM (Arena mal graduada con limo)
C3	SP - SM (Arena mal graduada con limo y grava)

4.6.5. Ensayo de Proctor Modificado

En la C1 se realizó 4 porcentajes de humedad diferentes, obteniendo un porcentaje de humedad óptima de 10.43% y una densidad seca máxima de 1.566 g/cm³.

En la C2 se realizó 4 porcentajes de humedad diferentes, obteniendo un porcentaje de humedad óptima de 10.16% y una densidad seca máxima de 1.528 g/cm³.

En la C3 se realizó 4 porcentajes de humedad diferentes, obteniendo un porcentaje de humedad óptima de 6.25% y una densidad seca máxima de 1.564 g/cm³.

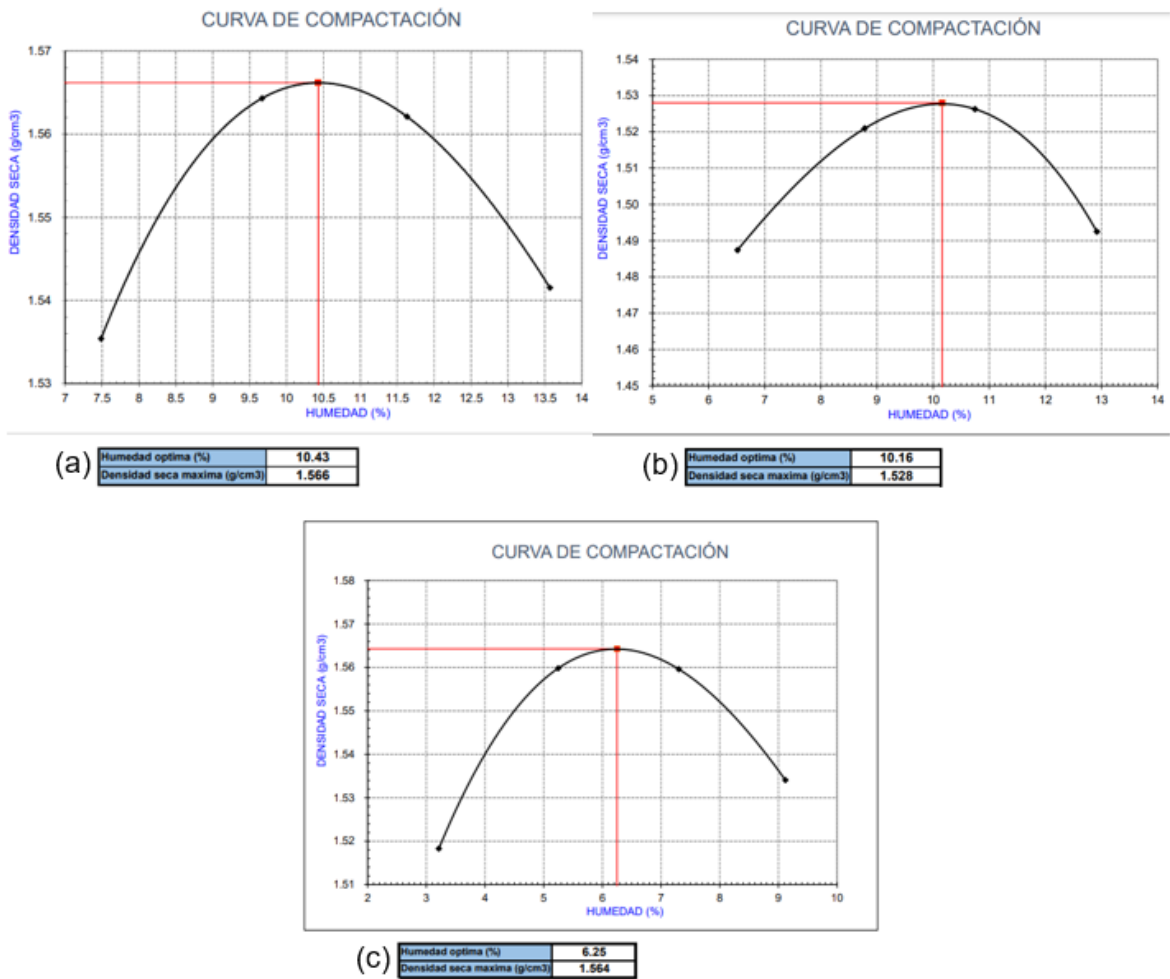


Figura 44. Valores ensayo proctor modificado. 0% incorporación.
 (a) Calicata N°1. (b) Calicata N°2. (c) Calicata N°3.

El cuadro resumen de los datos obtenidos de la C1, C2 y C3 con incorporación al 0% es el siguiente:

Tabla 29. Valores ensayo proctor modificado. 0% incorporación.

N° de Calicata	Humedad Optima (%)	Máxima Densidad Seca (g/cm³)
Calicata N°1	10.43	1.566
Calicata N°2	10.16	1.528
Calicata N°3	6.25	1.564

4.6.6. Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)

Se realizó el ensayo de CBR para determinar la capacidad de soporte que tiene el suelo natural, sin la presencia de algún aditivo (pulitón).

En la C1 se obtuvo una capacidad de soporte de 22.15% al 100% de la MDS a 0.1" de penetración.

En la C2 se obtuvo una capacidad de soporte de 20.40% al 100% de la MDS a 0.1" de penetración.

En la C3 se obtuvo una capacidad de soporte de 24.85% al 100% de la MDS a 0.1" de penetración.

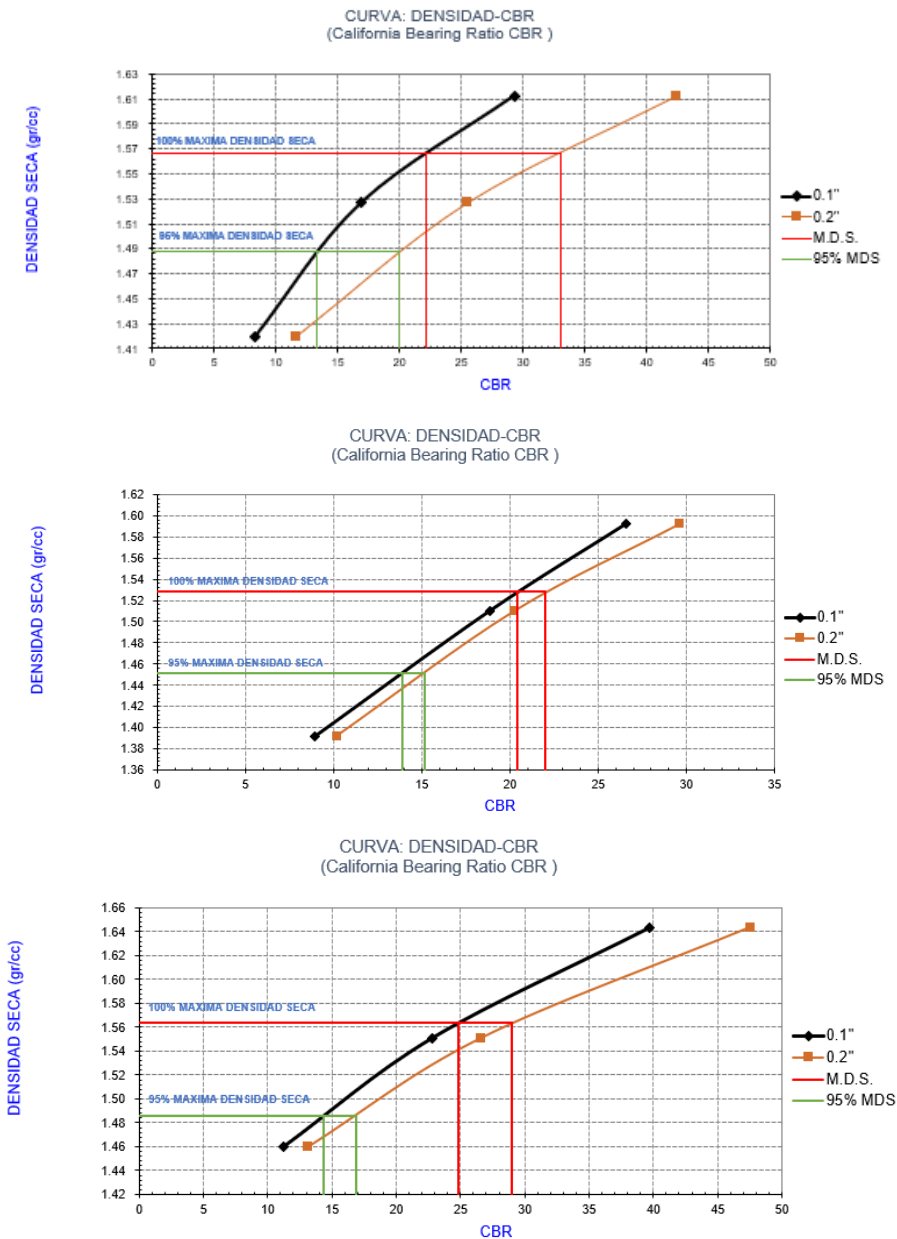


Figura 45. Valores de CBR al 0% de incorporación de pulitón
a) Calicata 1. b) Calicata 2. c) Calicata 3

4.7. Características de muestras para ensayos con incorporación de pulitón

Los ensayos realizados con pulitón a diferentes porcentajes, fue la misma. El procedimiento para la incorporación de este aditivo a la muestra, se realizó de forma manual hasta tener una muestra homogénea y como reemplazo del suelo. Por ejemplo.

Tabla 30. *Ejemplo incorporación de pulitón a muestra.*

Muestra Total (gramos)	Porcentaje de Incorporación	Muestra Natural	Pulitón (gramos)
12000	5	11400	600
12000	10	10800	1200
12000	15	10200	1800

Para una muestra total de 12000 gramos con 5% de incorporación, se debe tener 11400 gramos de muestra natural y 600 gramos de pulitón; para 10%, se le incorpora 1200 gramos de pulitón y para 15%, se le añade 1800 gramos de este aditivo y 10200 de muestra natural.



Figura 46. Incorporación de pulitón a muestra.

4.8. Resultados con 5% de incorporación de pulitón

4.8.1. Ensayo de Análisis Granulométrico

Los resultados de la calicata N°1 para el ensayo granulométrico, informan que el suelo natural obtenido es arenoso, ya que, el material predominante es la arena, este material posee 7.41% de grava, 12.96% de finos y 79.63% de arenas.

Los resultados de la calicata N°2 para el ensayo granulométrico, informan que el suelo natural obtenido es arenoso, ya que, el material predominante es la arena, este material posee 5.30% de grava, 14.83% de finos y 79.87% de arenas.

Los resultados de la calicata N°3 para el ensayo granulométrico, informan que el suelo natural obtenido es arenoso, ya que, el material predominante es la arena, este material posee 18.17% de grava, 9.57% de finos y 72.26% de arenas.

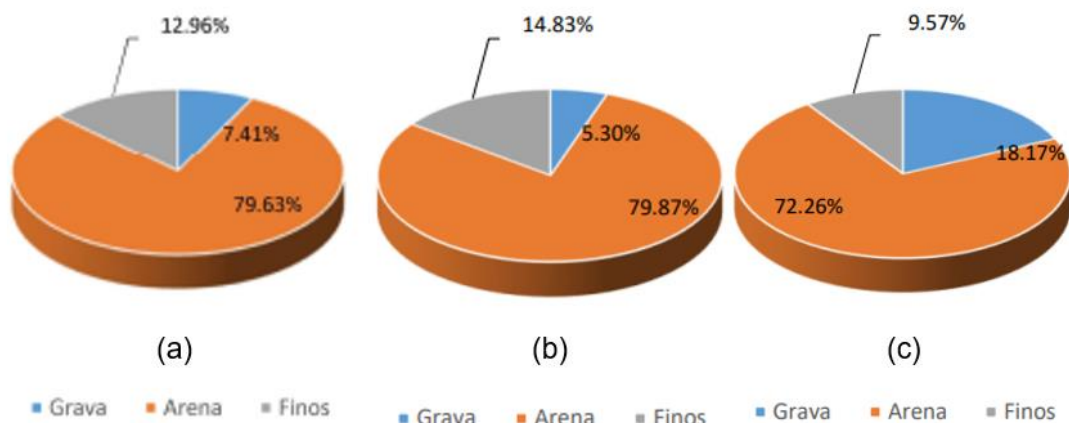


Figura 47. Porcentaje de gravas, arenas y limos. 5% de incorporación.
a) Calicata 1. b) Calicata 2. c) Calicata 3

De acuerdo con los resultados obtenidos en las 3 calicatas, se determinó que no existe variación en el tipo de suelo con la incorporación de pulitón, sigue siendo un suelo arenoso.

Tabla 31. Porcentaje de gravas, arenas y limos. 5% de incorporación.

5% de Pulitón	C1	C2	C3
Grava	7.41	5.3	18.17
Arena	79.53	79.87	72.26
Finos	12.96	14.83	9.57

4.8.2. Ensayo de Límites de Atterberg

Respecto al ensayo de límites de Atterberg, se determinó que el resultado para la C1, C2 y C3 es NP. Ya que, no fue posible seguir los procedimientos de estos ensayos, La incorporación de pulitón no ayudó a que la muestra tenga plasticidad, ya que, al realizar las mismas técnicas al pulitón, este comienza a desmoronarse.

En el ensayo de límite líquido el material no permitió que se pueda realizar los golpes en la cuchara de Casagrande, debido a que, la muestra se quebraba cuando se realizaba la separación con el ranurador. En el ensayo del límite plástico, la muestra no tenía plasticidad y no permitía formar los gusanitos. Este procedimiento se realizó para las 3 calicatas, pero, en ninguna de ellas se determinó límites.

Tabla 32. *Valores límites de Atterberg. 5% incorporación. Calicata N°1,2,3*

LIMITES DE ATTERBERG	
Límite Líquido (%)	0.00%
Límite Plástico (%)	0.00%
Índice de Plasticidad (%)	NP

4.8.3. Clasificación de Suelos SUCS

Según el porcentaje de gravas, arenas y finos, a la vez con el resultado del índice de plasticidad, se puede determinar que el suelo de la C1 es SM, el suelo de la C2 SM, el suelo de la C3 es SP – SM.

Tabla 33. *Clasificación SUCS al 5% de incorporación*

Clasificación SUCS al 5% de incorporación de pulitón	
C1	SM (Arena limosa)
C2	SM (Arena limosa)
C3	SP - SM (Arena mal graduada con limo y grava)

4.8.4. Ensayo de Proctor Modificado

En la C1 se realizó 5 porcentajes de humedad diferentes, obteniendo un porcentaje de humedad óptima de 15.54% y una densidad seca máxima de 1.525 g/cm³.

En la C2 se realizó 5 porcentajes de humedad diferentes, obteniendo un porcentaje de humedad óptima de 11.78% y una densidad seca máxima de 1.506 g/cm³.

En la C3 se realizó 4 porcentajes de humedad diferentes, obteniendo un porcentaje de humedad óptima de 9.05% y una densidad seca máxima de 1.533 g/cm³.

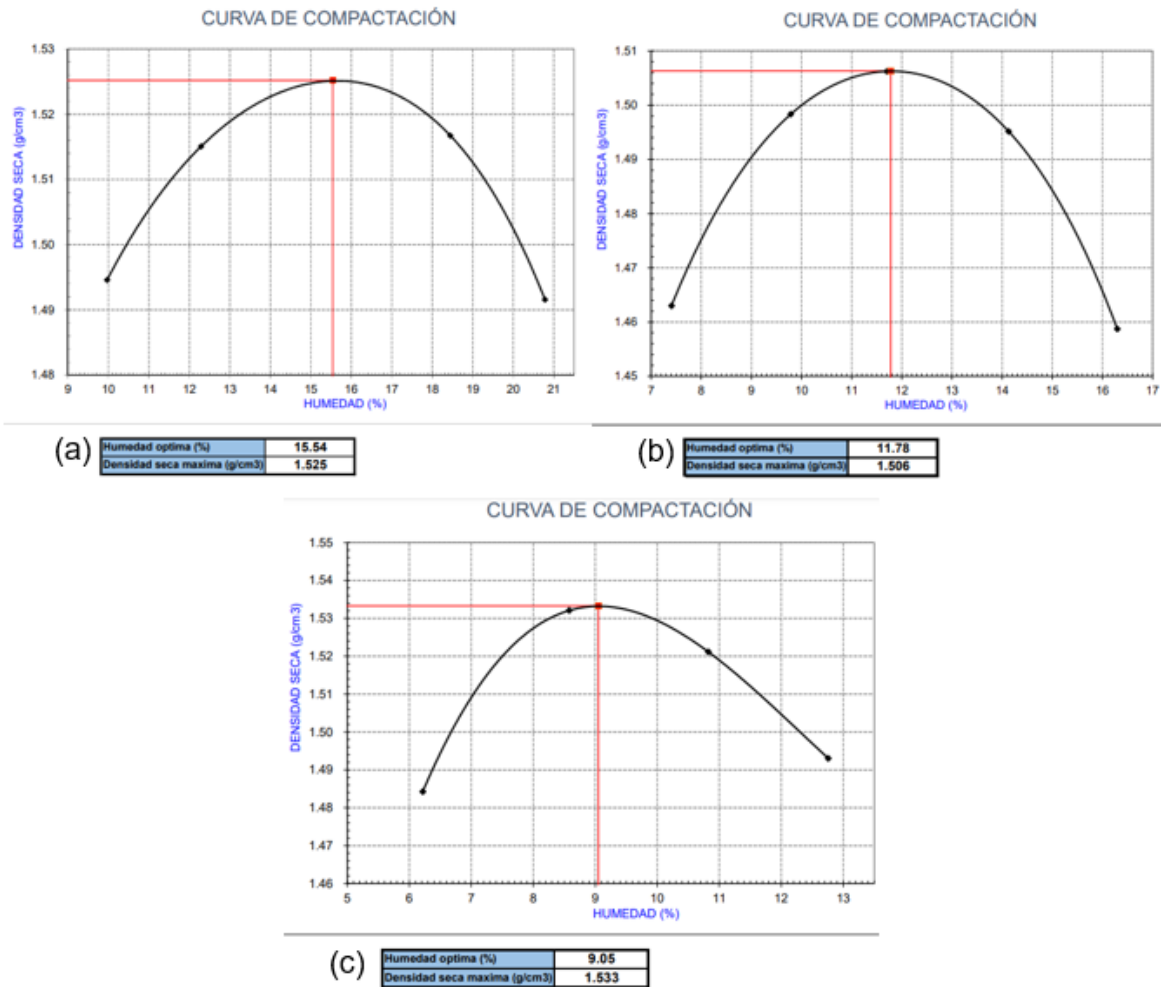


Figura 48. Valores ensayo proctor modificado. 5% incorporación.
 (a) Calicata N°1. (b) Calicata N°2. (c) Calicata N°3.

El cuadro resumen de los datos obtenidos de la C1, C2 y C3 con incorporación al 5% es el siguiente:

Tabla 34. Valores ensayo Proctor modificado. 5% incorporación. Calicata N°1,2,3

N° de Calicata	Humedad Óptima (%)	Máxima Densidad Seca (g/cm ³)
Calicata N°1	15.54	1.525
Calicata N°2	11.78	1.506
Calicata N°3	9.05	1.533

4.8.5. Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)

Se realizó el ensayo de CBR para determinar la capacidad de soporte que tiene el suelo incorporando 5% de pulitón.

En la C1 se obtuvo una capacidad de soporte de 25.70% al 100% de la MDS a 0.1" de penetración.

En la C2 se obtuvo una capacidad de soporte de 23.35% al 100% de la MDS a 0.1" de penetración.

En la C3 se obtuvo una capacidad de soporte de 27.15% al 100% de la MDS a 0.1" de penetración.

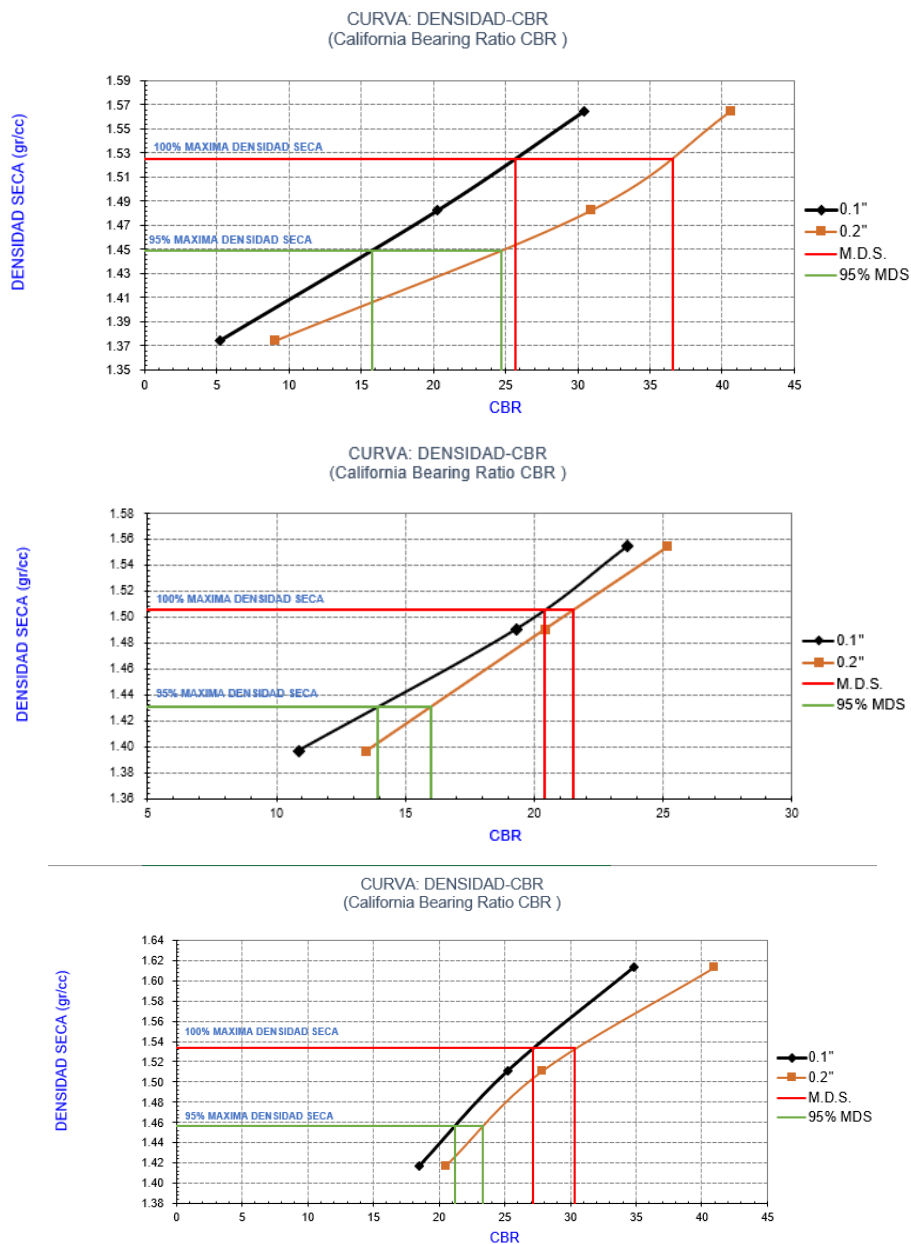


Figura 49. Valores de CBR al 5% de incorporación de pulitón
a) Calicata 1. b) Calicata 2. c) Calicata 3

4.9. Resultados con 10% de incorporación de pulitón

4.9.1. Ensayo de Análisis Granulométrico

Los resultados de la calicata N°1 para el ensayo granulométrico, informan que el suelo natural obtenido es arenoso, ya que, el material predominante es la arena, este material posee 9.47% de grava, 7.63% de finos y 82.9% de arenas.

Los resultados de la calicata N°2 para el ensayo granulométrico, informan que el suelo natural obtenido es arenoso, ya que, el material predominante es la arena, este material posee 13.47% de grava, 11.85% de finos y 74.68% de arenas.

Los resultados de la calicata N°3 para el ensayo granulométrico, informan que el suelo natural obtenido es arenoso, ya que, el material predominante es la arena, este material posee 17.02% de grava, 9.37% de finos y 73.61% de arenas.

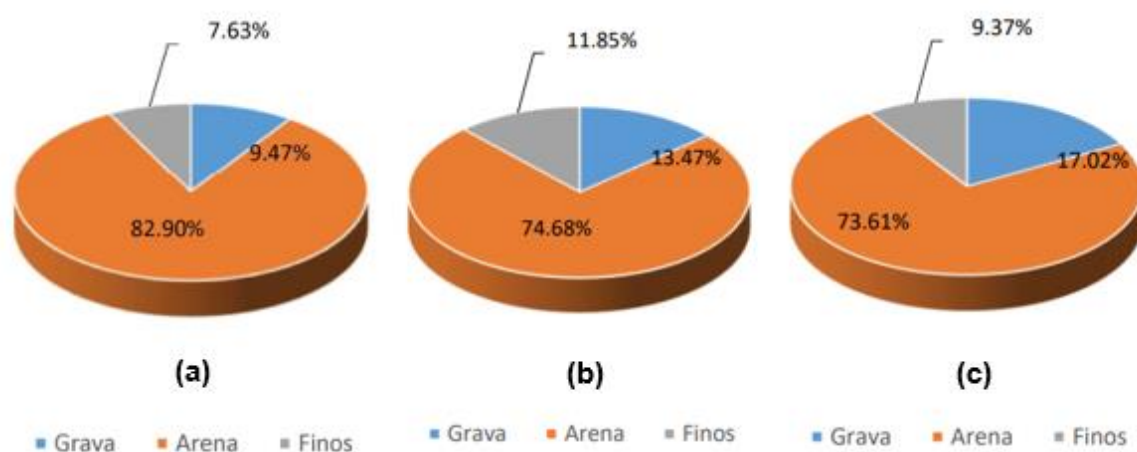


Figura 50. Porcentaje de gravas, arenas y limos. 10% de incorporación.

a) Calicata 1. b) Calicata 2. c) Calicata 3

De acuerdo con los resultados obtenidos en las 3 calicatas, se determinó que no existe variación en el tipo de suelo con la incorporación de pulitón, sigue siendo un suelo arenoso.

Tabla 35. Porcentaje de gravas, arenas y limos. 10% de incorporación. Calicata N°1,2,3

10% de Pulitón	C1	C2	C3
Grava	9.47	13.47	17.02
Arena	82.9	74.68	73.61
Finos	7.63	11.85	9.3

4.9.2. Ensayo de Límites de Atterberg

Respecto al ensayo de límites de Atterberg, se determinó que el resultado para la C1, C2 y C3 es NP. Ya que, no fue posible seguir los procedimientos de estos ensayos, La incorporación de pulitón no ayudó a que la muestra tenga plasticidad, ya que, al realizar las mismas técnicas al pulitón, este comienza a desmoronarse. En el ensayo de limite líquido el material no permitió que se pueda realizar los golpes en la cuchara de Casagrande, debido a que, la muestra se quebraba cuando se realizaba la separación con el ranurador. En el ensayo del límite plástico, la muestra no tenía plasticidad y no permitía formar los gusanitos. Este procedimiento se realizó para las 3 calicatas, pero, en ninguna de ellas se determinó límites.

Tabla 36. *Valores límites de Atterberg. 10% incorporación. Calicata N°1,2,3*

LIMITES DE ATTERBERG	
Limite Líquido (%)	0.00%
Limite Plástico (%)	0.00%
Indice de Plásticidad (%)	NP

4.9.3. Clasificación de Suelos SUCS

Según el porcentaje de gravas, arenas y finos, a la vez con el resultado del índice de plasticidad, se puede determinar que el suelo de la C1 es SP – SM, el suelo de la C2 es SP – SM, el suelo de la C3 es SP – SM.

Tabla 37. *Clasificación SUCS al 10% de incorporación*

Clasificación SUCS al 10% de incorporación de pulitón	
C1	SP - SM (Arena mal graduada con limo)
C2	SP - SM (Arena mal graduada con limo)
C3	SP - SM (Arena mal graduada con limo y grava)

4.9.4. Ensayo de Proctor Modificado

En la C1 se realizó 5 porcentajes de humedad diferentes, obteniendo un porcentaje de humedad optima de 15.85% y una densidad seca máxima de 1.465 g/cm³.

En la C2 se realizó 5 porcentajes de humedad diferentes, obteniendo un porcentaje de humedad optima de 14.65% y una densidad seca máxima de 1.485 g/cm³.

En la C3 se realizó 4 porcentajes de humedad diferentes, obteniendo un porcentaje de humedad óptima de 12.01% y una densidad seca máxima de 1.500 g/cm³.

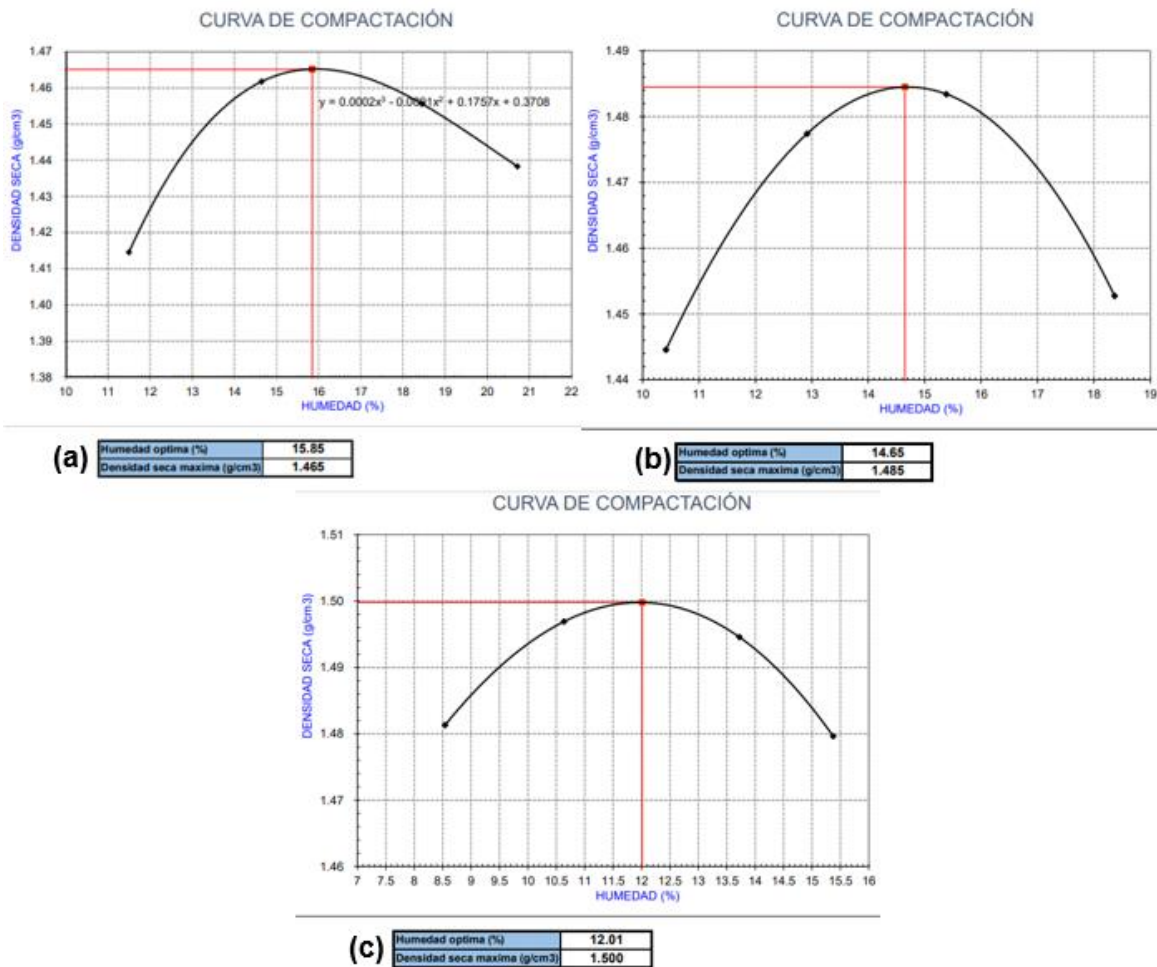


Figura 51. Valores ensayo proctor modificado. 10% incorporación
(a) Calicata N^o1. (b) Calicata N^o2. (c) Calicata N^o3.

El cuadro resumen de los datos obtenidos de la C1, C2 y C3 con incorporación al 10% es el siguiente:

Tabla 38. Valores ensayo proctor modificado. 10% incorporación. Calicata N^o1,2,3

N ^o de Calicata	Humedad Óptima (%)	Máxima Densidad Seca (g/cm ³)
Calicata N ^o 1	15.85	1.465
Calicata N ^o 2	14.65	1.485
Calicata N ^o 3	12.01	1.500

4.9.5. Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)

Se realizó el ensayo de CBR para determinar la capacidad de soporte que tiene el suelo incorporando 10% de pulitón.

En la C1 se obtuvo una capacidad de soporte de 29.30% al 100% de la MDS a 0.1" de penetración.

En la C2 se obtuvo una capacidad de soporte de 26.45% al 100% de la MDS a 0.1" de penetración.

En la C3 se obtuvo una capacidad de soporte de 31.70% al 100% de la MDS a 0.1" de penetración.

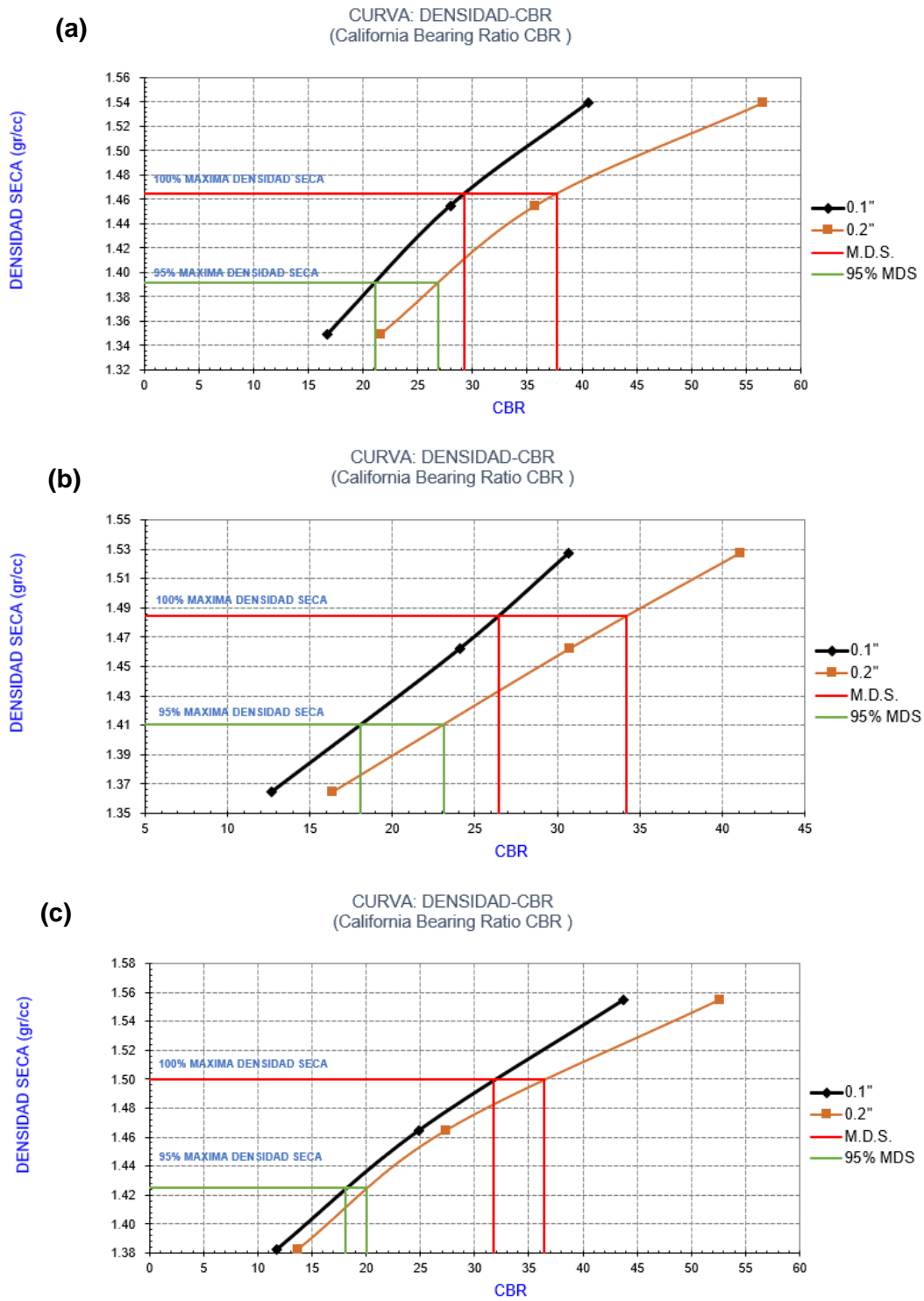


Figura 52. Valores de CBR al 10% de incorporación de pulitón
a) Calicata 1. b) Calicata 2. c) Calicata 3

4.10. Resultados con 15% de incorporación de pulitón

4.10.1. Ensayo de Análisis Granulométrico

Los resultados de la calicata N°1 para el ensayo granulométrico, informan que el suelo natural obtenido es arenoso, ya que, el material predominante es la arena, este material posee 10.12% de grava, 9.45% de finos y 80.43% de arenas.

Los resultados de la calicata N°2 para el ensayo granulométrico, informan que el suelo natural obtenido es arenoso, ya que, el material predominante es la arena, este material posee 6.23% de grava, 16.62% de finos y 77.15% de arenas.

Los resultados de la calicata N°3 para el ensayo granulométrico, informan que el suelo natural obtenido es arenoso, ya que, el material predominante es la arena, este material posee 16.32% de grava, 6.39% de finos y 77.29% de arenas.

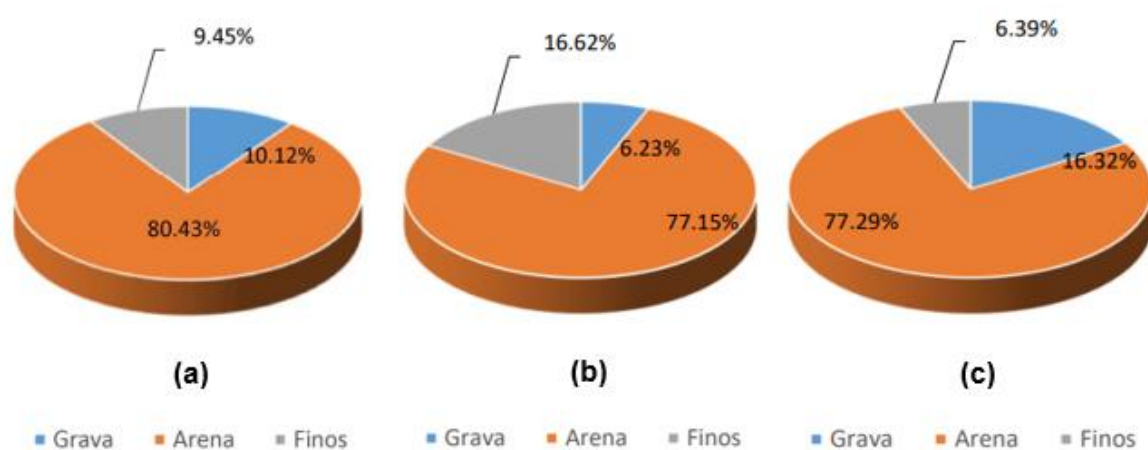


Figura 53. Porcentaje de gravas, arenas y limos. 15% de incorporación.
a) Calicata 1. b) Calicata 2. c) Calicata 3

De acuerdo con los resultados obtenidos en las 3 calicatas, se determinó que no existe variación en el tipo de suelo con la incorporación de pulitón, sigue siendo un suelo arenoso.

Tabla 39. Porcentaje de gravas, arenas y limos. 15% de incorporación. Calicata N°1,2,3

15% de Pulitón	C1	C2	C3
Grava	10.12	6.23	16.32
Arena	80.43	77.15	77.29
Finos	9.45	16.62	6.39

4.10.2. Ensayo de Límites de Atterberg

Respecto al ensayo de límites de Atterberg, se determinó que el resultado para la C1, C2 y C3 es NP. Ya que, no fue posible seguir los procedimientos de estos ensayos, La incorporación de pulitón no ayudó a que la muestra tenga plasticidad, ya que, al realizar las mismas técnicas al pulitón, este comienza a desmoronarse. En el ensayo de limite líquido el material no permitió que se pueda realizar los golpes en la cuchara de Casagrande, debido a que, la muestra se quebraba cuando se realizaba la separación con el ranurador. En el ensayo del límite plástico, la muestra no tenía plasticidad y no permitía formar los gusanitos. Este procedimiento se realizó para las 3 calicatas, pero, en ninguna de ellas se determinó límites.

Tabla 40. *Valores límites de Atterberg. 15% incorporación. Calicata N°1,2,3*

LIMITES DE ATTERBERG	
Limite Líquido (%)	0.00%
Limite Plástico (%)	0.00%
Indice de Plásticidad (%)	NP

4.10.3. Clasificación de Suelos SUCS

Según el porcentaje de gravas, arenas y finos, a la vez con el resultado del índice de plasticidad, se puede determinar que el suelo de la C1 es SP – SM, el suelo de la C2 SP – SM, el suelo de la C3 es SP – SM.

Tabla 41. *Clasificación SUCS al 15% de incorporación*

Clasificación SUCS al 15% de incorporación de pulitón	
C1	SP - SM (Arena mal graduada con limo)
C2	SM (Arena limosa)
C3	SP - SM (Arena mal graduada con limo y grava)

4.10.4. Ensayo de Proctor Modificado

En la C1 se realizó 5 porcentajes de humedad diferentes, obteniendo un porcentaje de humedad optima de 19.05% y una densidad seca máxima de 1.455 g/cm³.

En la C2 se realizó 5 porcentajes de humedad diferentes, obteniendo un porcentaje de humedad optima de 17.39% y una densidad seca máxima de 1.477 g/cm³.

En la C3 se realizó 4 porcentajes de humedad diferentes, obteniendo un porcentaje de humedad optima de 13.80% y una densidad seca máxima de 1.481 g/cm³.

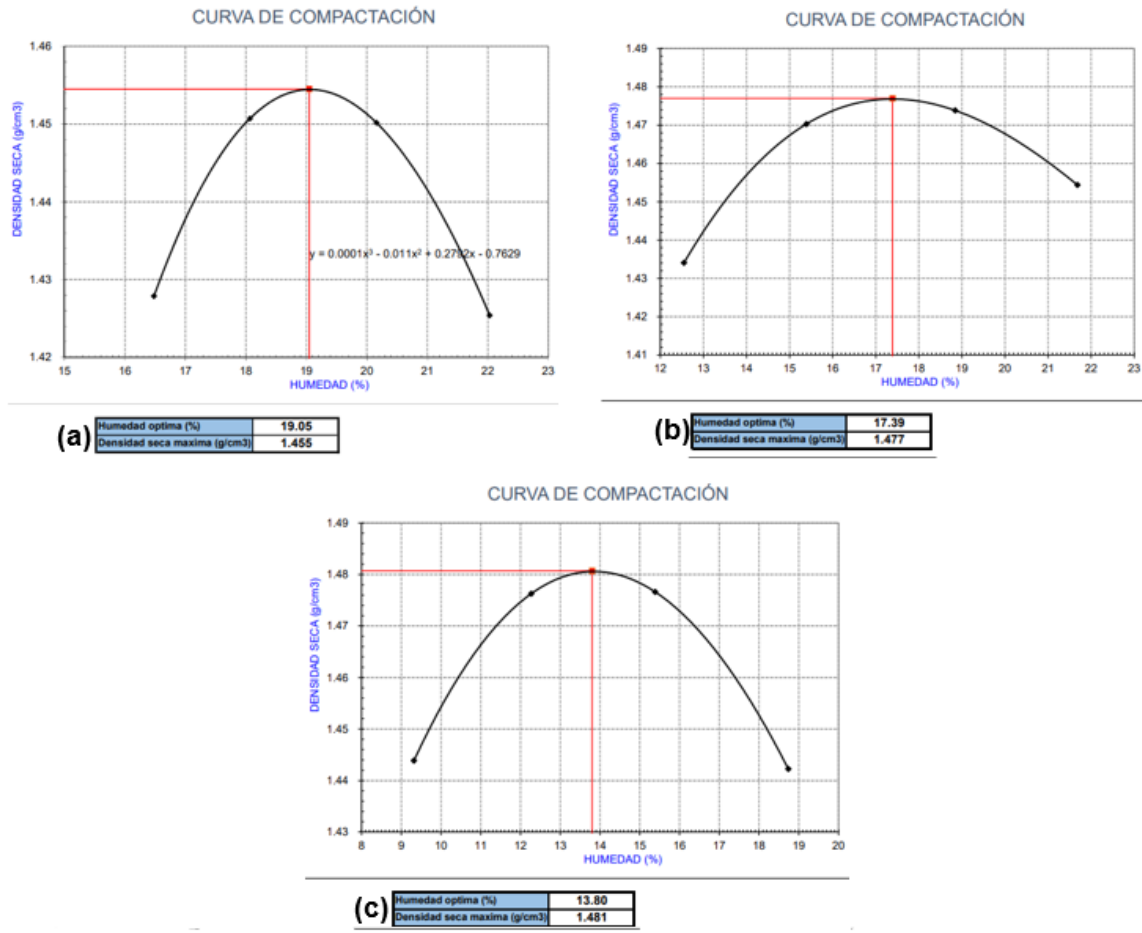


Figura 54. Valores ensayo proctor modificado. 15% incorporación
 (a)Calicata N°1. (b)Calicata N°2. (c)Calicata N°3.

El cuadro resumen de los datos obtenidos de la C1, C2 y C3 con incorporación al 15% es el siguiente:

Tabla 42. Valores ensayo proctor modificado. 15% incorporación. Calicata N°1,2,3

N° de Calicata	Humedad Óptima (%)	Máxima Densidad Seca (g/cm³)
Calicata N°1	19.05	1.455
Calicata N°2	17.39	1.477
Calicata N°3	13.80	1.481

4.10.5. Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)

Se realizó el ensayo de CBR para determinar la capacidad de soporte que tiene el suelo incorporando 15% de pulitón.

En la C1 se obtuvo una capacidad de soporte de 23.85% al 100% de la MDS a 0.1" de penetración.

En la C2 se obtuvo una capacidad de soporte de 21.05% al 100% de la MDS a 0.1" de penetración.

En la C3 se obtuvo una capacidad de soporte de 25.95% al 100% de la MDS a 0.1" de penetración.

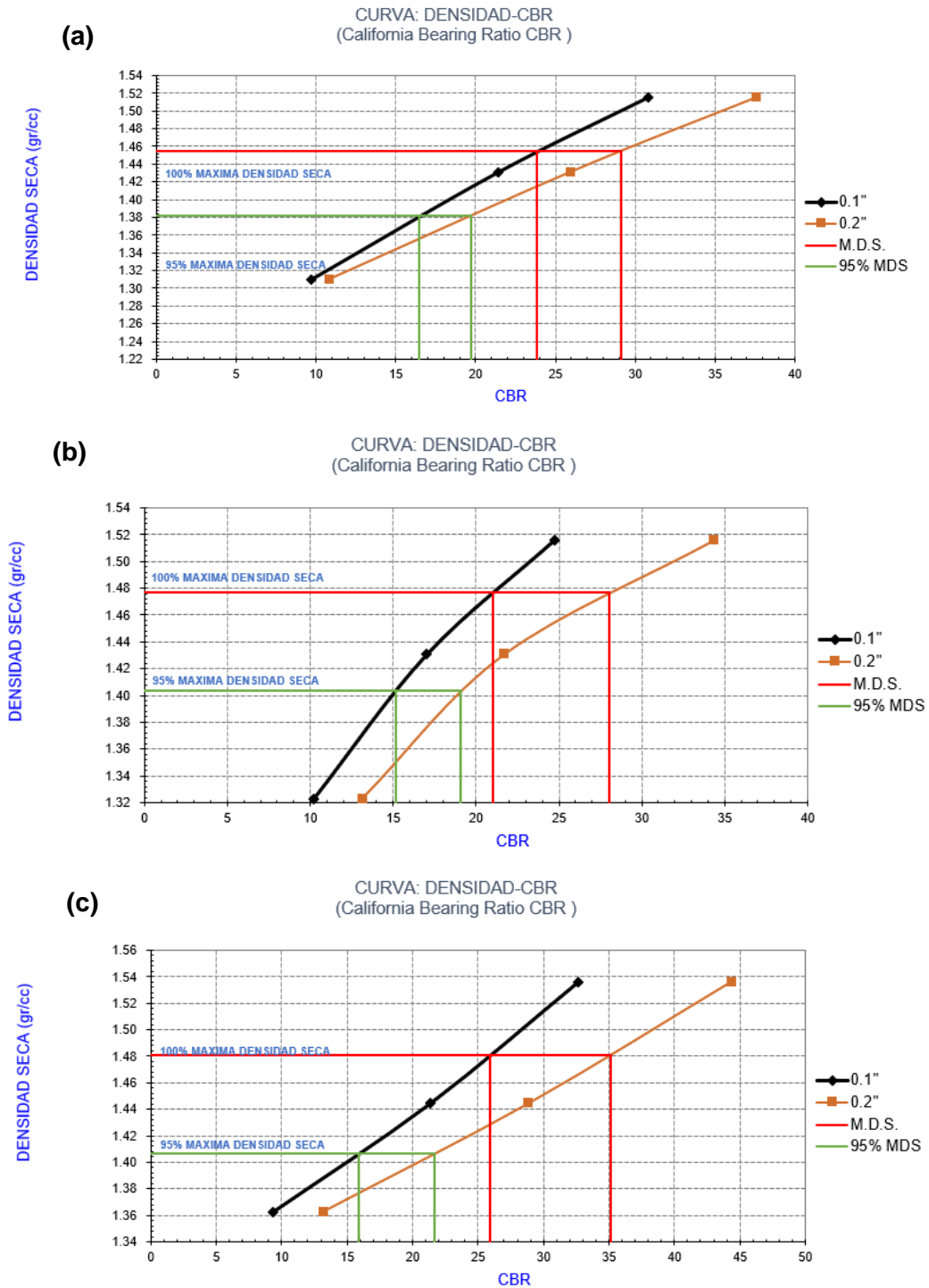


Figura 55. Valores de CBR al 15% de incorporación de pulitón
a) Calicata 1. b) Calicata 2. c) Calicata 3

V. DISCUSIÓN

5.1. Análisis de los resultados

Se ha realizado diferentes ensayos para determinar el porcentaje óptimo de pulitón para la estabilidad del suelo de la vía La Estación – Cataratas de Capua, Arequipa. A continuación se presenta el análisis de la proporción óptima añadida de pulitón.

5.1.1. Análisis de la proporción óptima añadida de pulitón

5.1.1.1. Calicata N°1

En la calicata N°1, se realizó ensayos al 0%, 5%, 10% y 15% de incorporación de pulitón, se han obtenido los siguientes resultados.

- Respecto al proctor modificado se ha obtenido los datos del CHO y MDS, siendo los siguientes.

Tabla 43. Valores de CHO y MDS - Calicata N°1

CALICATA N°1 - PROCTOR MODIFICADO				
	0%	5%	10%	15%
Contenido Optimo de Humedad Máxima	10.43%	15.54%	15.85%	19.05%
Densidad Seca	1.566	1.525	1.465	1.455

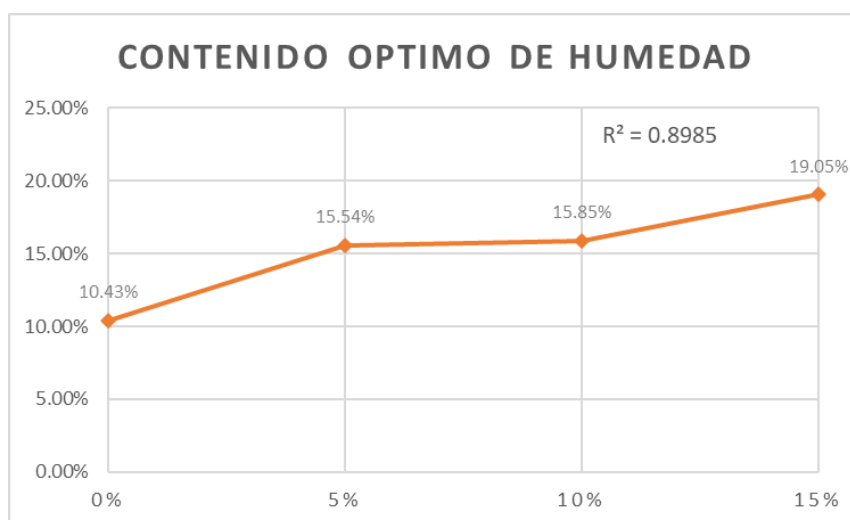


Figura 56. Contenido de Humedad Optimo de C1 al 0%, 5%, 10% y 15%

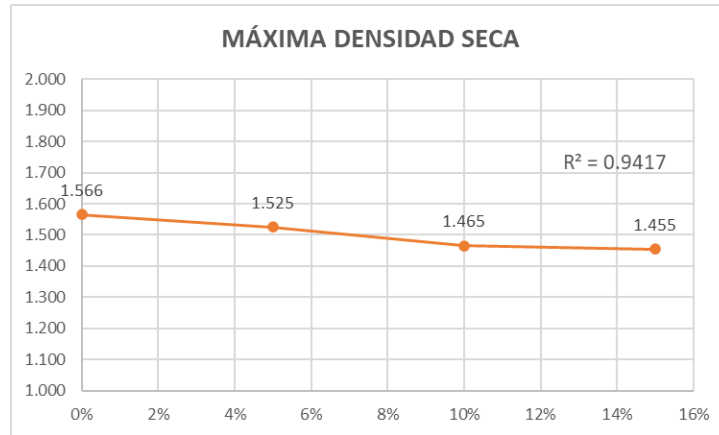


Figura 57. Máxima Densidad Seca de C1 al 0%, 5%, 10% y 15%

Se ha podido observar que mientras aumenta la cantidad de porcentaje de pulitón, el suelo requiere de mayor cantidad de agua, por ese motivo, es que el porcentaje óptimo de humedad aumenta, mientras que la MDS disminuye.

- Respecto al ensayo Californian Bearing Ratio se ha obtenido los siguientes resultados de CBR.

Tabla 44. Valores de CBR - Calicata N°1

CALICATA N°1 - CBR				
	0%	5%	10%	15%
CBR	22.15%	25.70%	29.30%	23.85%

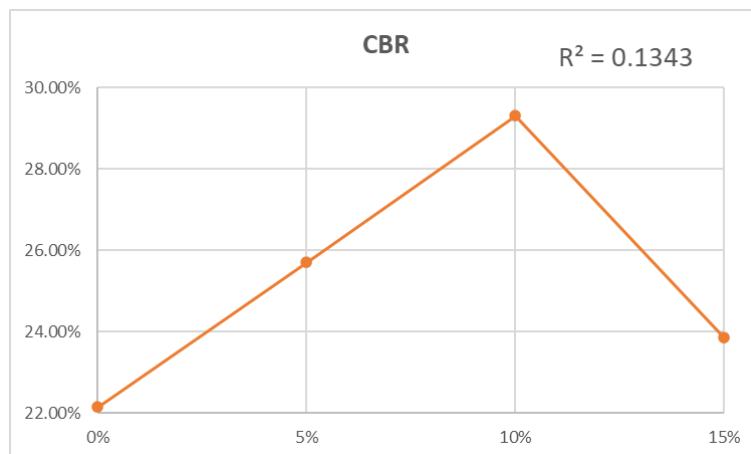


Figura 58. Capacidad de Soporte de C1 al 0%, 5%, 10% y 15%

Respecto a la información anterior se ha podido observar que, el valor de CBR aumenta al 5% y 10% de incorporación de pulitón, pero a partir del 15% este valor disminuye, pero, aún sigue teniendo mejor capacidad de carga que el suelo natural.

5.1.1.2. Calicata N°2

En la calicata N°2, se realizó ensayos al 0%, 5%, 10% y 15% de incorporación de pulitón, se han obtenido los siguientes resultados.

- Respecto al proctor modificado se ha obtenido los datos del CHO y MDS, siendo los siguientes.

Tabla 45. Valores de CHO y MDS - Calicata N°2

CALICATA N°2 - PROCTOR MODIFICADO				
Adición de Pulitón	0%	5%	10%	15%
Contenido Optimo de Humedad Máxima	10.16%	11.78%	14.65%	17.39%
Densidad Seca	1.528	1.506	1.485	1.477

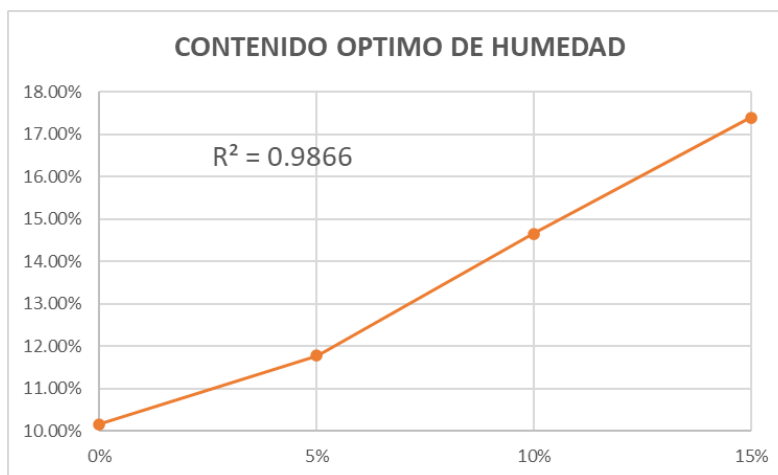


Figura 59. Contenido de Humedad Optimo de C2 al 0%, 5%, 10% y 15%

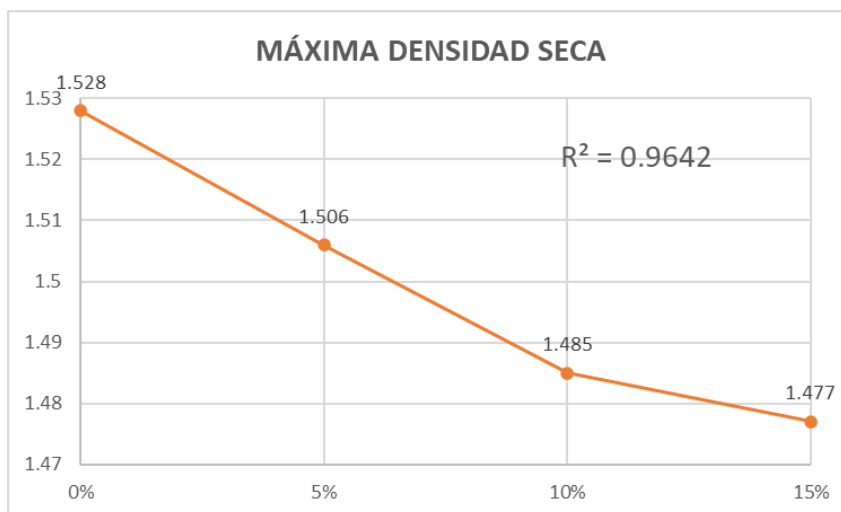


Figura 60. Máxima Densidad Seca de C2 al 0%, 5%, 10% y 15%

Se ha podido observar que mientras aumenta la cantidad de porcentaje de pulitón, el suelo requiere de mayor cantidad de agua, por ese motivo, es que el porcentaje óptimo de humedad aumenta, mientras que la MDS disminuye.

- Respecto al ensayo Californian Bearing Ratio se ha obtenido los siguientes resultados de CBR.

Tabla 46. Valores de CBR - Calicata N°2

CALICATA N°2 - CBR				
Adicion de Pulitón	0%	5%	10%	15%
CBR	20.40%	23.35%	26.45%	21.05%

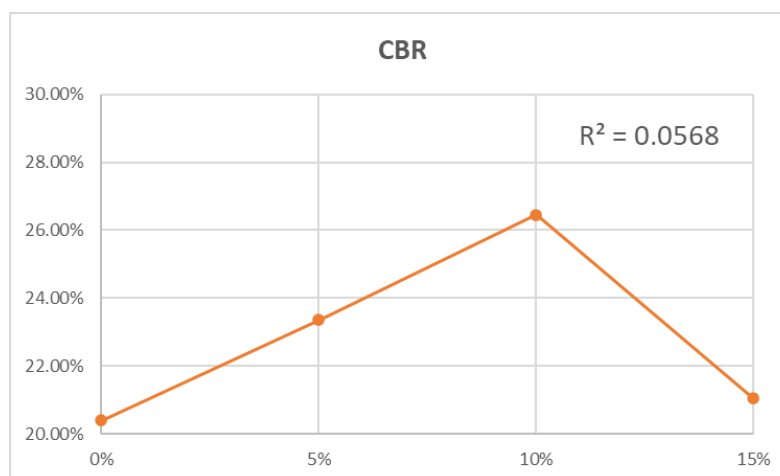


Figura 61. Capacidad de Soporte de C2 al 0%, 5%, 10% y 15%

Respecto a la información anterior se ha podido observar que, el valor de CBR aumenta al 5% y 10% de incorporación de pulitón, pero a partir del 15% este valor disminuye, pero, aún sigue teniendo mejor capacidad de carga que el suelo natural.

5.1.1.3. Calicata N°3

En la calicata N°3, se realizó ensayos al 0%, 5%, 10% y 15% de incorporación de pulitón, se han obtenido los siguientes resultados.

- Respecto al proctor modificado se ha obtenido los datos del CHO y MDS, siendo los siguientes.

Tabla 47. Valores de CHO y MDS - Calicata N°3

CALICATA N°3 - PROCTOR MODIFICADO				
Adición de Pulitón	0%	5%	10%	15%
Contenido Optimo de Humedad Máxima	6.25%	9.05%	12.01%	13.80%
Densidad Seca	1.564	1.533	1.5	1.481

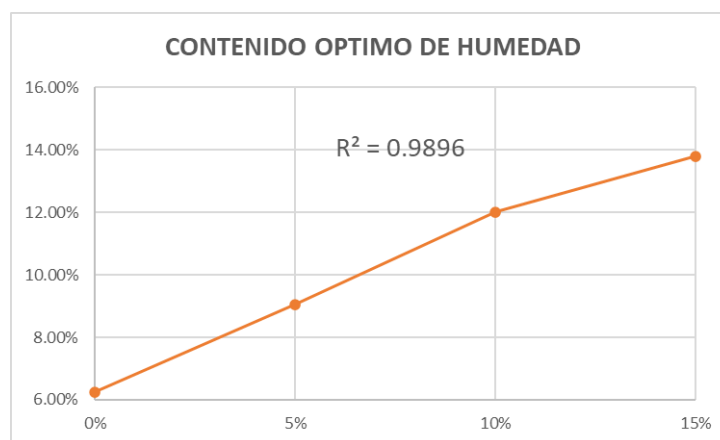


Figura 62. Contenido de Humedad Optimo de C3 al 0%, 5%, 10% y 15%

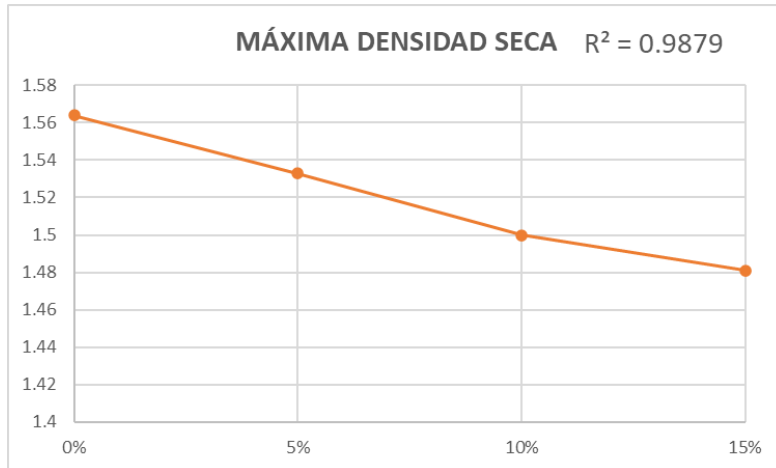


Figura 63. Máxima Densidad Seca de C3 al 0%, 5%, 10% y 15%

Se ha podido observar que mientras aumenta la cantidad de porcentaje de pulitón, el suelo requiere de mayor cantidad de agua, por ese motivo, es que el porcentaje óptimo de humedad aumenta, mientras que la MDS disminuye.

- Respecto al ensayo Californian Bearing Ratio se ha obtenido los siguientes resultados de CBR.

Tabla 48. Valores de CBR - Calicata N°3

CALICATA N°3 - CBR				
Adicion de Pulitón	0%	5%	10%	15%
CBR	24.85%	27.15%	31.70%	25.95%

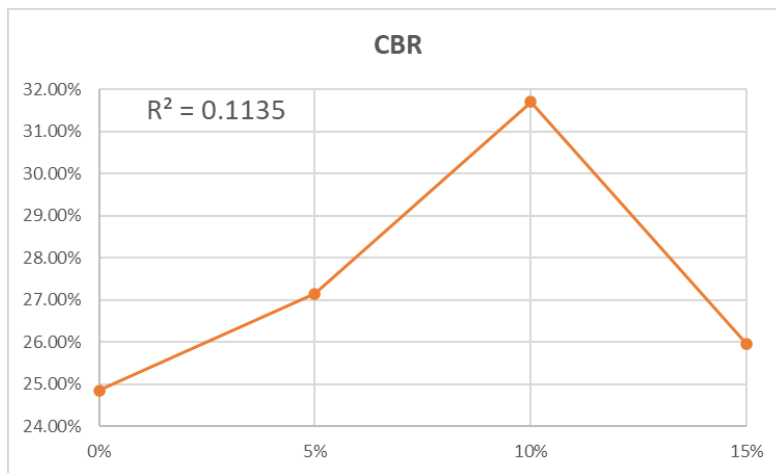


Figura 64. Capacidad de Soporte de C3 al 0%, 5%, 10% y 15%

Respecto a la información anterior se ha podido observar que, el valor de CBR aumenta al 5% y 10% de incorporación de pulitón, pero a partir del 15% este valor disminuye, pero, aún sigue teniendo mejor capacidad de carga que el suelo natural.

5.2. Prueba estadística de hipótesis

a) Estadística de hipótesis

Se planteó una hipótesis nula (H_0), que representa lo contrario a la hipótesis que se pretendió demostrar en la investigación, a la que se definió como Hipótesis Alternativa (H_a).

$H_0: P = P_0 \rightarrow$ Ausencia de correlación de variables

$H_a: P \neq P_0 \rightarrow$ Existencia de correlación de variables

b) Se determinó el valor alfa (α), que representa el nivel de significancia. Para este tipo de investigación el valor fue de 0.05 (5% de probabilidad de aceptación de la H_a).

c) Se calculó valores experimentales:

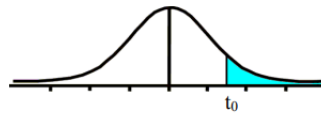
- R = Coeficiente de correlación de Pearson

$r = 1$	correlación perfecta.
$0'8 < r < 1$	correlación muy alta
$0'6 < r < 0'8$	correlación alta
$0'4 < r < 0'6$	correlación moderada
$0'2 < r < 0'4$	correlación baja
$0 < r < 0'2$	correlación muy baja
$r = 0$	correlación nula

- GL = Grados de libertad (Número de muestras – 1)
- T crítico = Según tabla N° XX. Tabla T-student

Tabla 49. Tabla t-student

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7970
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564
30	0.6828	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500
31	0.6825	1.3095	1.6955	2.0395	2.4528	2.7440

- T experimental:

$$t = \frac{r * \sqrt{n - 2}}{\sqrt{1 - r^2}}$$

d) Si: $P > \alpha$ se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa

Si: $P < \alpha$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa

1.2. Prueba estadística de hipótesis para Calicata 1

1.2.1. Valor de Soporte CBR

Ha: La incorporación de pulitón influye en el valor de soporte CBR

Ho: La incorporación de pulitón no influye en el valor de soporte CBR

El coeficiente de correlación es:

$$R=0.3665$$

El valor de correlación es bajo, esto quiere decir que podría existir una relación directa del valor de soporte CBR del suelo natural y el valor de soporte CBR con la incorporación del pulitón en la calicata N.º1.

Hallamos valores:

- $R^2 = 0.1343$
- $GL = 3$
- T crítico (T Student) = 2.3534
- T experimental = 0.5571
- **P = 0.0049**

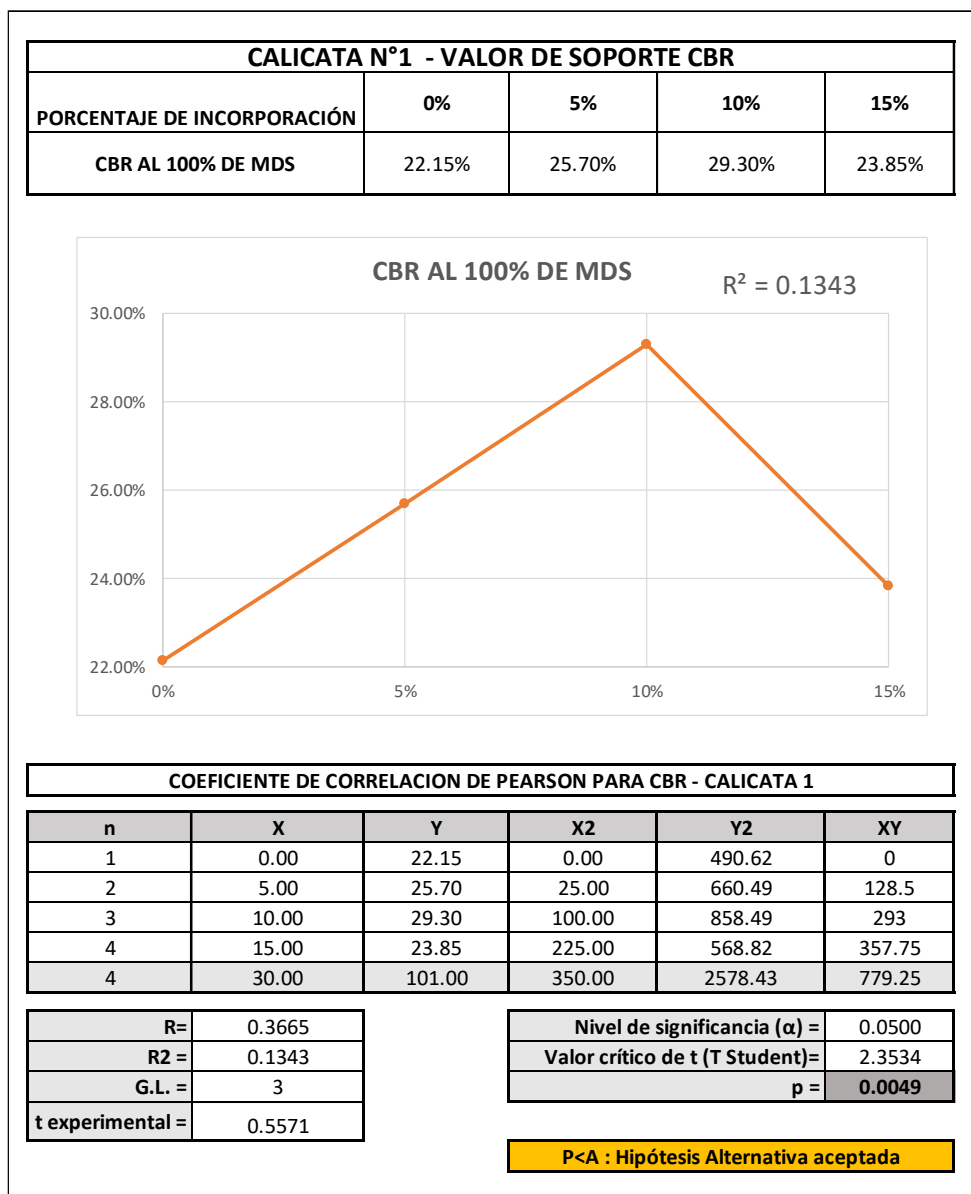


Figura 65. Prueba estadística de hipótesis Calicata 01

Entonces:

$$P < \alpha,$$
$$(0.0049 < 0.05)$$

Teniendo en cuenta que P es menor que 0.05, entonces se determina que se acepta la Hipótesis Alternativa, esto quiere decir que la incorporación de pulitón influye en el valor de soporte CBR.

Tabla 50. Variación respecto a suelo natural. Calicata 01

CALICATA 1	% DE INCORPORACIÓN DE PULITON			
	0%	5%	10%	15%
Valor de Soporte CBR al 100% de MDS	22.15%	25.70%	29.30%	23.85%
% de variación respecto al suelo natural	0%	3.55%	7.15%	1.70%

En la tabla anterior se puede observar la variación respecto al suelo natural con la incorporación de pulitón.

1.3. Prueba estadística de hipótesis para Calicata 2

1.3.1. Valor de Soporte CBR

Ha: La incorporación de pulitón influye en el valor de soporte CBR

Ho: La incorporación de pulitón no influye en el valor de soporte CBR

El coeficiente de correlación es:

$$R=0.2383$$

El valor de correlación es bajo, esto quiere decir que no podría existir una relación directa del valor de soporte CBR del suelo natural y el valor de soporte CBR con la incorporación del pulitón en la calicata N° 2.

Hallamos valores:

- $R^2 = 0.0568$
- $GL = 3$
- T crítico (T Student) = 2.3534
- T experimental = 0.3471
- **P = 0.0086**

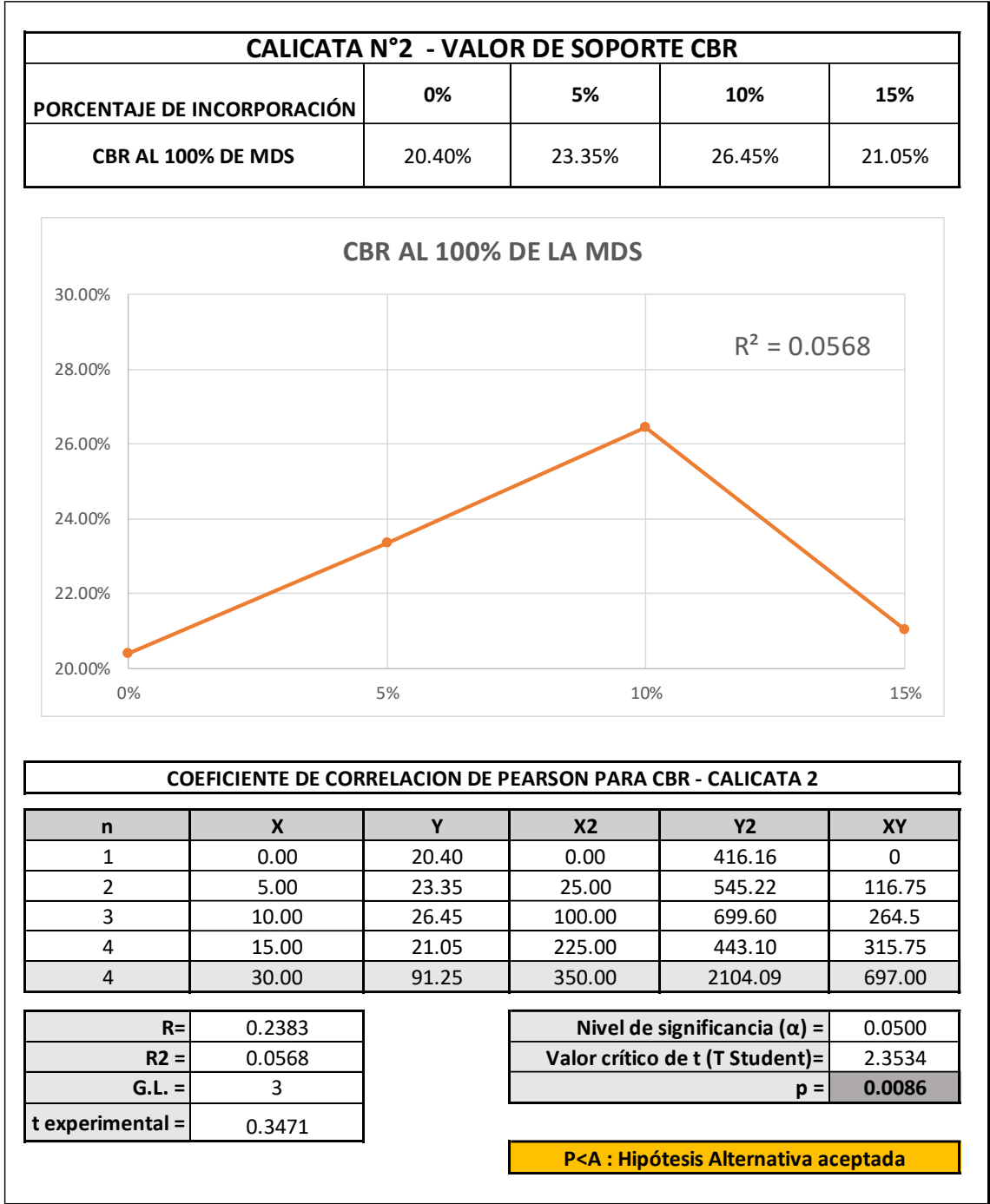


Figura 66. Prueba estadística de hipótesis. Calicata 02

Entonces:

$$P < \alpha,$$

$$(0.0086 < 0.05)$$

Teniendo en cuenta que P es menor que 0.05, entonces se determina que se acepta la Hipótesis Alternativa, esto quiere decir que la incorporación de pulitón influye en el valor de soporte CBR.

Tabla 51. Variación respecto a suelo natural. Calicata 02

CALICATA 2	% DE INCORPORACIÓN DE PULITON			
	0%	5%	10%	15%
Valor de Soporte CBR al 100% de MDS	20.40%	23.35%	26.45%	21.05%
% de variación respecto al suelo natural	0%	2.95%	6.05%	0.65%

En la tabla anterior se puede observar la variación respecto al suelo natural con la incorporación de pulitón.

1.4. Prueba estadística de hipótesis para Calicata 3

1.4.1. Valor de Soporte CBR

Ha: La incorporación de pulitón influye en el valor de soporte CBR

Ho: La incorporación de pulitón no influye en el valor de soporte CBR

El coeficiente de correlación es:

$$R=0.3368$$

El valor de correlación es bajo, esto quiere decir que no podría existir una relación directa del valor de soporte CBR del suelo natural y el valor de soporte CBR con la incorporación del pulitón en la calicata N° 3.

Hallamos valores:

- $R^2 = 0.1135$
- $GL = 3$
- T crítico (T Student) = 2.3534
- T experimental = 0.5059
- **P = 0.0037**

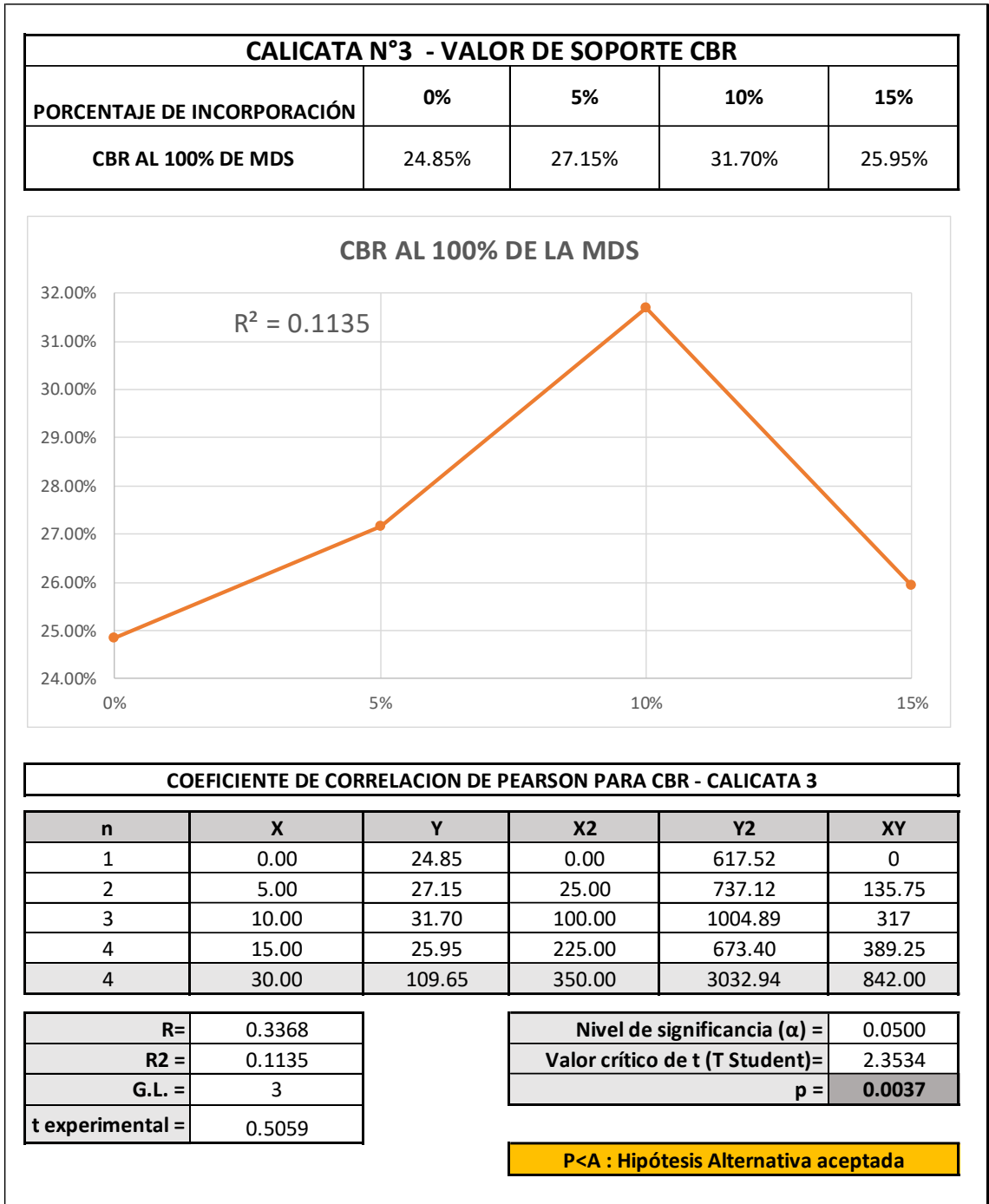


Figura 67. Prueba estadística de hipótesis. Calicata 03

Entonces:

$$P < \alpha,$$

$$(0.0037 < 0.05)$$

Teniendo en cuenta que P es menor que 0.05, entonces se determina que se acepta la Hipótesis Alternativa, esto quiere decir que la incorporación de pulitón influye en el valor de soporte CBR.

Tabla 52. Variación respecto a suelo natural. Calicata 03

CALICATA 3	% DE INCORPORACIÓN DE PULITON			
	0%	5%	10%	15%
Valor de Soporte CBR al 100% de MDS	24.85%	27.15%	31.70%	25.95%
% de variación respecto al suelo natural	0%	2.30%	6.85%	1.10%

En la tabla anterior se puede observar la variación respecto al suelo natural con la incorporación de pulitón.

5.3. Propuesta para el diseño de pavimento flexible

Como ya se ha obtenido el porcentaje óptimo de incorporación de pulitón, siendo este el 10%, se procede a desarrollar la propuesta para el diseño de pavimento con el método guía AASHTO 93.

Teniendo en cuenta que el porcentaje óptimo de pulitón es el 10%, se realizó un promedio del valor de CBR de cada una de las calicatas al 10% de incorporación, considerando un valor de 29.15%.

La ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible es la siguiente:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

5.3.1. Determinación de ejes equivalentes (w18)

A partir de la determinación del IMDA se obtuvo el tránsito proyectado por años de estudio y ejecución al 2024, teniendo en cuenta que la cantidad de años asignados para éste, es de 2 años. Utilizando la fórmula de tránsito proyectado.

$$Ton = To (1 + r)^{n-1}$$

Donde:

Ton: Tránsito proyectado al año "n" en veh/día

To: Tránsito actual (año base 0) en veh/ día

n: Número de años del periodo de diseño

r: Tasa anual de crecimiento de tránsito

Tabla 53. Tránsito proyectado por años de estudio y ejecución.

TRANSITO PROYECTADO POR AÑOS DE ESTUDIO Y EJECUCIÓN						
	AUTOS	CAMIONETAS PICK UP	CAMIONETA CERRADA	COMBIS	CAMION 2E	TOTAL
r% - Taza anual de crecimiento de tránsito			3.00%			
n - (años de estudio y ejecución)			2			
IMDA (veh/día) 2024	24	9	1	1	2	37

Posteriormente, se determinó el factor IMDA, para lo cual, primero se utilizó la formula siguiente, que dio como valor el factor eje equivalente.

$$Eje Simple de ruedas simples (EEs1) = \left(\frac{Peso\ real\ por\ eje}{6.6} \right)^4$$

Para la determinación del factor IMDA, se multiplica el valor del IMDA por el factor de eje equivalente.

Tabla 54. Determinación de factor de ejes equivalentes.

TIPO DE VEHICULO	IMDA	CARGA DE EJE (Tn)	FACTOR EJE EQUIVALENTE	F.IMDA
AUTOS	24	1	0.00052702	0.0125
	24	1	0.00052702	0.0125
CAMIONETAS	9	1	0.00052702	0.0046
PICKUP	9	1	0.00052702	0.0046
CAMIONETA	1	1	0.00052702	0.0007
CERRADA	1	1	0.00052702	0.0007
COMBI	1	1	0.00052702	0.0005
	1	1	0.00052702	0.0005
CAMION 2E	2	7	1.26536675	2.0734
	2	10	5.27016555	8.6356
TOTAL				10.7456

Se utilizó como factor direccional (Fd) 0.5 y como factor de carril (Fc) 1.00, ya que la vía es de 1 calzada con doble sentido y 1 carril por sentido.

Para el factor de crecimiento acumulado (Fca), se considera que la tasa anual de crecimiento es 3% y el periodo de diseño de 10 años por ser una vía de bajo volumen de tránsito. Para la determinación de los ejes equivalente se multiplicó el los EE día-carril por el factor de crecimiento acumulado por 365 días.

Tabla 55. Ejes equivalentes

DETERMINACION DE EJES EQUIVALENTES (EE = ESALs = W18)						
F.IMDA	Fd	Fc	EE día - carril	Fca	TIEMPO (365 días)	EE= ESALs
10.7456	0.5	1	5.372813072	43.797	365	85,889.70

Se obtuvo como resultado de ejes equivalentes 85.889.70

5.3.2. Módulo de resiliencia (Mr)

Para obtener el resultado de Mr, se debe tener en cuenta el valor de CBR, siendo 29.15%. Como la capacidad de carga no es un número entero, se debe de interpolar, obteniendo así un Mr de 22,118.45 en Psi y 152.50 Mpa.

Tabla 56. Determinación de Mr

CBR % Subrasante	Modulo Resiliente Subrasante (MR) (PSI)	Modulo Resiliente Subrasante (MR) (MPA)	CBR % Subrasante	Modulo Resiliente Subrasante (MR) (PSI)	Modulo Resiliente Subrasante (MR) (MPA)
6	8,043.00	55.45	19	16,819.00	115.96
7	8,877.00	61.2	20	17,380.00	119.83
8	9,669.00	66.67	21	17,931.00	123.63
9	10,426.00	71.88	22	18,473.00	127.37
10	11,153.00	76.9	23	19,006.00	131.04
11	11,854.00	81.73	24	19,531.00	134.66
12	12,533.00	86.41	25	20,048.00	138.23
13	13,192.00	90.96	26	20,558.00	141.74
14	13,833.00	95.38	27	21,060.00	145.20
15	14,457.00	99.68	28	21,556.00	148.62
16	15,067.00	103.88	29	22,046.00	152.00
17	15,663.00	107.99	30	22,529.00	155.33
18	16,247.00	112.02			

5.3.3. Confiabilidad (%R)

Para determinar la confiabilidad, se tendrá en cuenta los EE que fueron hallados anteriormente. El resultado de EE es 85,889.70, por lo tanto el nivel de confiabilidad es de 65%.

Tabla 57. *Determinación de nivel de confiabilidad*

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES		NIVEL DE CONFIABILIDAD
CAMINOS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO	TP0	75,000	150,000	65%
	TP1	150,001	300,000	70%
	TP2	300,001	500,000	75%
	TP3	500,001	750,000	80%
RESTO DE CAMINOS	TP4	750,001	1,000,000	80%
	TP5	1,000,001	1,500,000	85%
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%
	TP8	5,000,001	7,500,000	90%
	TP9	7,500,001	10'000,000	90%
	TP10	10'000,001	12'500,000	90%
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%
	TP12	15'000,001	20'000,000	95%
	TP13	20'000,001	25'000,000	95%
	TP14	25'000,001	30'000,000	95%
	TP15		>30'000,000	95%

5.3.4. Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr)

Para determinar Zr, se trabaja con los EE o el tipo de tráfico, dando como resultado -0.385.

Tabla 58. Determinación de Zr

Tipo de Caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados	Desviación Estandar Normal (ZR)	
	TP0	75,000	150,000	-0.385
Caminos de Bajo Volumen de Transito	TP1	150,001	300,000	-0.524
	TP2	300,001	500,000	-0.674
	TP3	500,001	750,000	-0.842
	TP4	750,001	1,000,000	-0.842
	TP5	1,000,001	1,500,000	-1.036
	TP6	1,500,001	3,000,000	-1.036
	TP7	3,000,001	5,000,000	-1.036
	TP8	5,000,001	7,500,000	-1.282
	TP9	7,500,001	10'000,000	-1.282
Resto de Caminos	TP10	10'000,001	12'500,000	-1.282
	TP11	12'500,001	15'000,000	-1.282
	TP12	15'000,001	20'000,000	-1.645
	TP13	20'000,000	25'000,000	-1.645
	TP14	25'000,000	30'000,000	-1.645
	TP15		>30'000,000	-1.645

5.3.5. Desviación Estándar combinada (So)

Se tomará como valor 0.45, por recomendación del Manual de Carreteras.

5.3.6. Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)**5.3.6.1. Serviciabilidad Inicial (PI)**

Para determinar Pi también se requiere de los ejes equivalentes acumulados o el tipo de tráfico, obteniendo como resultado 3.80.

Tabla 59. Determinación de Pi

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (PI)
CAMINOS DE	TP1	75,000	300,000	3.80
BAJO	TP2	300,001	500,000	3.80
VOLUMEN DE	TP3	500,001	750,000	3.80
TRANSITO	TP4	750,001	1,000,000	3.80
RESTO DE CAMINOS	TP5	1,000,001	1,500,000	4.00
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.00
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.00
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.00
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.00
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.00
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.00
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.20
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.20
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.20
	TP15	>30'000,000		4.20

5.3.6.2. Serviciabilidad Final o terminal (Pt)

Se ha obtenido como resultado 2.00 para el Pt, que se obtuvo también con la información de los EE.

Tabla 60. Determinación de Pt

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PT)
CAMINOS DE	TP1	75,000	300,000	2.00
BAJO	TP2	300,001	500,000	2.00
VOLUMEN DE	TP3	500,001	750,000	2.00
TRANSITO	TP4	750,001	1,000,000	2.00
RESTO DE CAMINOS	TP5	1,000,001	1,500,000	2.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	2.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	2.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	2.50
	TP9	7,500,001	10'000,000	2.50
	TP10	10'000,001	12'500,000	2.50
	TP11	12'500,001	15'000,000	2.50
	TP12	15'000,001	20'000,000	3.00
	TP13	20'000,001	25'000,000	3.00
	TP14	25'000,001	30'000,000	3.00
	TP15	>30'000,000		3.00

5.3.6.3. Variación de serviciabilidad (Δ PSI)

Para determinar la variación, se debe restar el Pi con el Pt, siendo, 3.80 – 2.00, obteniendo como resultado, 1.80.

5.3.7. Número Estructural Requerido (SNR)

Se resolverá la siguiente fórmula:

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Donde “a”, son los coeficientes estructurales de la base y sub-base, “d”, son los espesores de las capas estructurales y “m” los coeficientes de drenaje.

- **Coficiente de drenaje (m2, m3):** Se considera 1 por recomendación del Manual de carreteras.

La capa superficial será a base de Carpeta asfáltica en frío, por lo tanto, el valor de coeficiente estructural “a1” es 0.125cm

Tabla 61. Determinación de coef. estructural "a1"

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a1 (cm)	OBSERVACION
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 Mpa (430,000 PSI) a 20 oC (68 oF)	a1	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Trafico
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsion.	a1	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Trafico \leq 1'000,000 EE
Micropavimento 25mm	a1	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Trafico \leq 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa	a1	(*)	Capa Superficial recomendada para Trafico \leq 500,000 EE. No aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen el frenado de vehiculos
Lechada Asfáltica (slurry seal) de 12mm	a1	(*)	Capa Superficial recomendada para Trafico \leq 500,000 EE. No aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y entramos que obliguen al frenado de vehiculos

Para la base, se determina el coeficiente estructural “a2” tomando en cuenta el tráfico \leq de 5'000,000 de EE. Obteniendo como resultado 0.052 cm.

Tabla 62. Determinación de coeficiente estructural "a2"

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE	OBSERVACION
BASE			
Base Granular CBR 80% compactada al 100% de la MDS	a2	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Trafico ≤ 5'000,000 EE
Base Granular CBR 100% compactada al 100% de la MDS	a2	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Trafico > 5'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a2a	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Trafico
Base Granular Trata con Cemento (resistencia a la compresion 7 dias = 35 kg/cm2)	a2b	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Trafico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresion 7 dias = 12 kg/cm2)	a2c	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Trafico

Para la sub-base, se determina el coeficiente estructural "a3", siendo 0.047 cm

Tabla 63. Determinación de coef. estructural "a3"

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL	OBSERVACION
SUBBASE			
Sub Base Granular CBR 40% compactada al 100% de la MDS	a3	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Trafico ≤ 15'000,000 EE

Tomando como referencia el procedimiento para el diseño de pavimento según el Manual de Carreteras y siguiendo los pasos del Método AASTHO 93, se calculó los espesores recomendados y mínimos para la vía en estudio. Se utilizó el programa Microsoft Excel para el desarrollo de la plantilla.

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE - Método AASTHO 93

"Estabilización de suelos incorporando pulitón para el diseño de pavimento de la vía La Estación - Cataratas de Capúa, Arequipa"

Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento	Ejes equivalentes	ESAL(W18)	85879.7
Suelo de la subrasante		CBR	29.15
Módulo de resiliencia de la subrasante	Mr(psi) = 2555xCBR ^{0.64}	Mr (psi)	22118.70
Tipo de tráfico		Tipo	TP0
Número de etapas		Etapas	1
Nivel de confiabilidad		(%R)	65%
Coefficiente estadístico de desviación estándar normal		ZR	-0.385
Desviación estándar combinado		So	0.45
Índice de serviciabilidad inicial según rango de tráfico		Pi	3.8
Índice de serviciabilidad inicial según rango de tráfico		Pf	2
Diferencia de serviciabilidad final según rango de tráfico		Δ PSI	1.8

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Numero estructural requerido	CALCULAR	SNR=	1.257
Numero estructural calculado	OK	SNR=	1.630

Debe cumplir SNR (Calculado) > SNR (Requerido)

Calculo de espesores de las capas

d1	d2	d3
5.00	15.00	0.00
Capa superficial	Base	Subbase

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Coefficientes estructurales de las capas

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 Mpa (430,000 PSI) a 20 oC (68 oF)	Base Granular CBR 80% compactada al 100% de la MDS	Sub Base Granular CBR 40% compactada al 100% de la MDS
Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Trafico	Capa de Base recomendada para Trafico ≤ 5'000,000 EE	Capa de Sub Base recomendada para Trafico ≤ 15'000,000 EE
0.17	0.052	0.047

Coefficientes de drenaje para bases y subbases granulares no tratadas en pavimentos flexibles

m2	m3
a2	a3
1	1

SN (Requerido)	1.257	Debe cumplir SNR (Calculado) > SNR (Requerido)
SN (Calculado)	1.630	SI CUMPLE

Figura 68. Diseño de Pavimento Flexible - Método AASTHO 93

En la tabla anterior se halló los espesores mínimos, tomando en cuenta que en el Manual de Carreteras indica un valor mínimo para bases granulares, según se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 64. Valores recomendados de Espesores Mínimos de Capa Superficial y Base Granular

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		CAPA SUPERFICIAL	BASE GRANULAR
Caminos de Bajo Volumen de Transito	TP1	150,001	300,000	TSB o lechada asfáltica (slurry seal) : 12mm o micropavimento:25mm Carpeta asfáltica en frío TSB o lechada asfáltica (slurry seal) : 12mm o micropavimento:25mm Carpeta asfáltica en frío	150mm
	TP2	300,001	500,000	Micropavimento: 25mm Carpeta asfáltica en frío	150mm
	TP3	500,001	750,000	60mm Carpeta asfáltica en frío 60mm Carpeta asfáltica en caliente 70mm Micropavimento: 25mm Carpeta asfáltica en frío	150mm
	TP4	750,001	1,000,000	70mm Carpeta asfáltica en caliente 80mm	200mm

Los valores calculados son:

Carpeta asfáltica = 5.0 cm de espesor

Base granular = 15.0 cm de espesor

Sub-base granular = el diseño no requiero espesor mínimo para subbase.

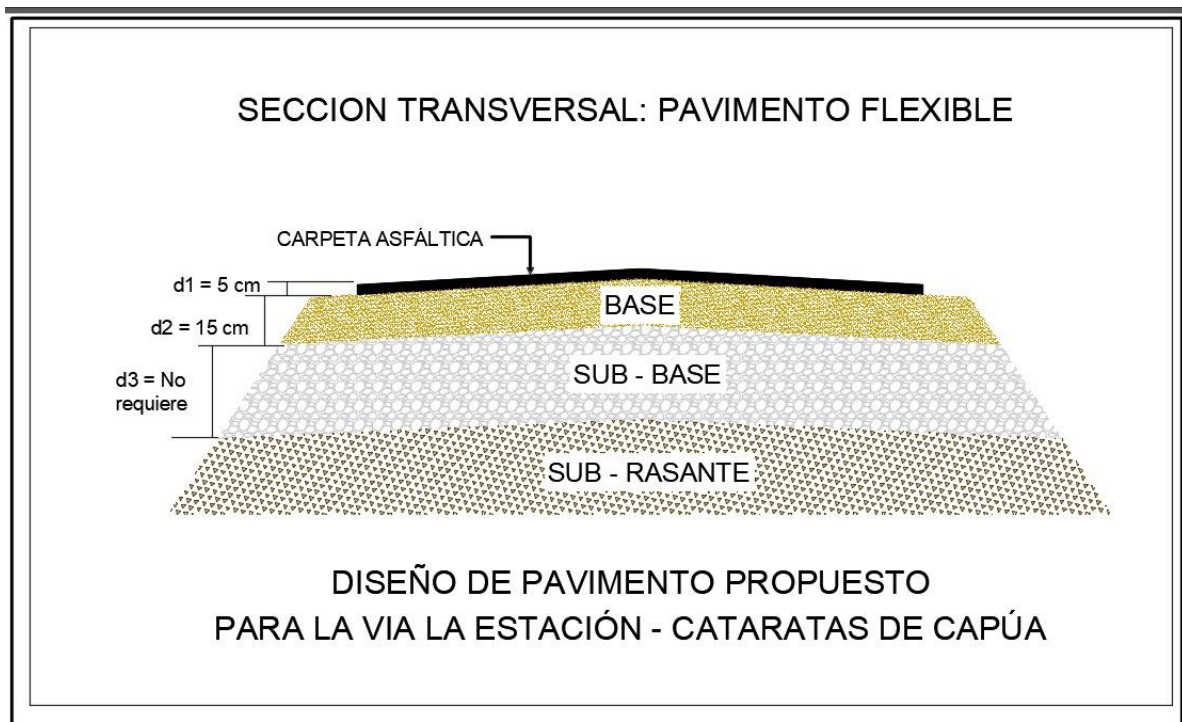


Figura 69. Resultados del Diseño del Pavimento

5.4. Discusión de los resultados

- Respecto al objetivo general, se ha evaluado la estabilización del suelo incorporando pulitón y su influencia en el diseño del pavimento en la vía de estudio; se ha podido determinar que, al aplicar pulitón a la muestra de suelo natural, este logra un cambio en su estabilidad de forma positiva, influyendo directamente en el cálculo de las capas estructurales del pavimento de la vía en estudio. Ramos y Ildige Quintero, respaldaron lo dicho anteriormente, ya que indicaron que la adición de CCA mejora la resistencia del suelo, ayudando a cumplir los parámetros mínimos para un buen diseño de pavimento. La finalidad al diseñar un pavimento es calcular los espesores mínimos necesarios que puedan soportar las cargas vehiculares que transitarán en la vía, es así que, al mejorar la subrasante de una vía, estos valores pueden llegar a reducir.
- Respecto al objetivo específico N°1, se ha logrado a identificar la situación actual de la vía en estudio y su relación con el diseño de pavimento; Determinando que, la realización del pavimento a través del diseño propuesto, otorgaría una mejor calidad de vida a los habitantes del distrito de Yura, en el aspecto ganadero, agrícola, y turístico, puesto que, al mejorar la situación actual de la vía, este mejoraría la transitabilidad vehicular, por lo tanto, incrementaría la agricultura y ganadería, mejorando el traslado de sus productos para el comercio y a la vez, se vería beneficiado el sector turismo, por el incremento de visitantes a las cataratas. Tal como concluyen los autores Ramal Montejo, Raymundo Juarez, & Chávez Ancajima, la incorporación de cenizas de cascarilla de arroz, obtuvieron resultados positivos para la estabilización y para una posterior pavimentación, debido a que este material es beneficioso en el aspecto económico y social.
- En cuanto a la influencia del pulitón respecto a la estabilización del suelo (objetivo específico N°2), se ha realizado ensayos al suelo natural para conocer sus propiedades mecánicas, comparando resultados con la incorporación de 5%, 10% y 15% de pulitón.
 - Respecto a la calicata N°1, el valor de CBR del suelo natural aumenta desde 22.15% hasta 25.70% al haberle incorporado 5% de pulitón, es decir que, mejora un 3.55%. Así mismo, el valor de CBR del suelo

natural aumenta desde 22.15% hasta 29.30% al haberle incorporado 10% de pulitón, es decir que, mejora un 7.15%. Y por último, al adicionar 15% de pulitón, el CBR varia en un 1.70%, respecto al suelo natural, esta variación va desde 22.15% hasta 23.85%, observando que el suelo brinda mayor resistencia al incorporar un 10% de pulitón al suelo natural, pero un porcentaje mayor al 10%, éste ya no mejora.

- Respecto a la calicata N°2, el valor de CBR del suelo natural aumenta desde 20.40% hasta 23.35% al haberle incorporado 5% de pulitón, es decir que, mejora un 2.95%. Así mismo, el valor de CBR del suelo natural aumenta desde 20.40% hasta 26.45% al haberle incorporado 10% de pulitón, es decir, mejora un 6.05%. Y por último, al adicionar 15% de pulitón, el CBR varia en un 0.65%, respecto al suelo natural, esta variación va desde 20.40% hasta 21.05%, aquí observamos que el suelo brinda mayor resistencia al incorporar un 10% de pulitón al suelo natural, pero un porcentaje mayor al 10%, éste ya no mejora.
- Respecto a la calicata N°3, el valor de CBR del suelo natural aumenta desde 24.85% hasta 27.15% al haberle incorporado 5% de pulitón, es decir que, mejora un 2.30%. Así mismo, el valor de CBR del suelo natural aumenta desde 24.85% hasta 31.70% al haberle incorporado 10% de pulitón, es decir que, mejora un 6.85%. Y por último, al adicionar 15% de pulitón, el CBR varia en un 1.10%, respecto al suelo natural, esta variación va desde 24.85% hasta 25.95%, observando que el suelo brinda mayor resistencia al incorporar un 10% de pulitón al suelo natural, pero un porcentaje mayor al 10%, éste ya no mejora.

(MORY, 2020) demuestra que la incorporación de CCA influye positivamente en la estabilización de un suelo arenoso, ya que, al incorporarle 5% de CCA, se obtiene mayor resistencia respecto al suelo natural, sin embargo, la adición de 10% y 15% de ceniza disminuye la capacidad de soporte, respecto al suelo con 5% de adición.

- Se determinó que, el porcentaje óptimo de pulitón es al 10%, gracias a que mejora la estabilización del suelo, específicamente en la capacidad de soporte, considerando que un valor mayor o menor al 10%, disminuye esta propiedad mecánica. Dicho lo anterior, podemos afirmar que el porcentaje

óptimo de pulitón es menor al 15%. Por otro lado, la obtención de este resultado permite mejorar los valores del diseño del pavimento, logrando el espesor de 5cm y 15cm de la carpeta asfáltica y de la capa base respectivamente, siendo estos, los valores mínimos recomendados según el Manual de Carreteras del MTC, en el apartado de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

López Barbaran en su investigación, concluyó que su porcentaje óptimo de adición de CCA es al 15% para un suelo arcilloso, se considera que esta diferencia se debe al tipo de suelo en las diferentes investigaciones.

Barragan Garzon y Cuervo Camacho, indicaron que la incorporación del 1% de CCA aumento la resistencia del CBR respecto a la del suelo natural; el suelo estudiado fue arenoso arcilloso. Este tipo de suelo también difiere de los resultados obtenidos en la presente investigación.

VI. CONCLUSIONES

- Se concluye que, la estabilización de suelos incorporando pulitón, influye positivamente en el diseño del pavimento, ya que, el cálculo del espesor de las capas estructurales reduce al haber estabilizado el suelo con pulitón.
- Se demostró que, la situación actual de la vía hacia las cataratas de Capua se relaciona directamente con el diseño del pavimento, ya que la realización del diseño propuesto ayudaría a los pobladores del distrito de Yura, en diferentes aspectos socioeconómicos.
- Se ha llegado a la conclusión, que el pulitón influye positivamente en la estabilización del suelo, mejorando la capacidad de soporte, conforme va aumentando el porcentaje añadido. Respecto a este trabajo de investigación, el resultado de incorporar un 10% de pulitón a nuestro suelo natural, ha mejorado el valor de soporte CBR en un 7.15% en la calita N°1; un 6.05% en la calicata N°2 y un 6.85% en la calicata N°3, obteniendo así, un promedio de 6.68% de mejora respecto al suelo natural, contribuyendo positivamente a la estabilización del suelo.
- Se ha llegado a la conclusión que, el porcentaje óptimo de pulitón es del 10% para suelos arenosos mal gradados con presencia de limos, así mismo, concluimos que este porcentaje ayuda notablemente a reducir los espesores del diseño de pavimento. Obteniendo 5cm de Carpeta Asfáltica, 15 cm de base y sin ser necesaria la colocación de una subbase.
- Se concluyó que, conforme se va incorporando pulitón a la muestra natural, la máxima densidad seca disminuye, debido a que las partículas del pulitón tienen una menor densidad, empero, la muestra requiere de mayor contenido de agua, para así tener una mejor compactación, por lo tanto, la humedad optima irá incrementando.
- Se ha concluido que, la incorporación de pulitón brinda cambios favorables ayudando a estabilizar un suelo que podría ser usado posteriormente a nivel de subrasante.
- Se concluye que, el tipo de suelo influye en el porcentaje óptimo de incorporación de pulitón o CCA.

VII. RECOMENDACIONES

- Si bien es cierto, que la incorporación de pulitón mejora la capacidad de carga en suelos arenosos, se recomienda realizar estudios para otros tipos de suelo.
- Se recomienda que, para resultados más precisos, se debe realizar ensayos con porcentajes que se encuentren entre el 10% y 15% de incorporación de pulitón.
- Se sugiere, poner en práctica la aplicación de pulitón en campo, para conocer si existe diferencia entre los resultados obtenidos en laboratorio.
- Se recomienda realizar ensayos químicos al pulitón para conocer más acerca de sus propiedades químicas y su influencia con el suelo.
- Realizar otro tipo de ensayos para conocer más propiedades mecánicas del suelo que influyen con la incorporación de pulitón como por ejemplo resistencia a la compresión no confinada.

VIII. REFERENCIAS

- Aponte Gonzales, C. M., & Calderon Martinez, B. A. (2020). *Evaluación del comportamiento de la resistencia de un suelo limoso con adición de ceniza de cascarilla de arroz*. Girardot - Cundinamarca.
- ARCOS, C., MACIAZ Pinto, D., & RODRIGUEZ Paez, J. (2007). La cascarilla de arroz como fuente de SiO₂. Colombia.
- ARIAS, F. (2012). *El proyecto de investigación - Introducción a la metodología científica* (Sexta ed.). Caracas, Republica Bolivariana de Venezuela: Episteme.
- ARQUITECTURA SOSTENIBLE. (2020). *ARQUITECTURA SOSTENIBLE*. From <https://arquitectura-sostenible.es/uso-del-arroz-construccion-viviendas/>
- Barragán Garzon, C. A., & Cuervo Camacho, H. A. (2019). *Análisis del comportamiento físico mecánico de la adición de ceniza de cascarilla de arroz de la variedad blanco a un suelo areno –arcilloso*. Alto Magdalena, Colombia.
- CAMACHO, J. (2015). *DISEÑO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO POR EL METODO AASHTO-93 EMPLEANDO EL SOFTWARE DISAASHTO-93*. (Tesis de Postgrado). UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA, Colombia.
- CASTRO, A. (2017). *ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON CENIZA DE CASCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingenierias, Lima.
- CIGARRUISTA, H. (2015, julio 6). *EL CAPITAL*. From <https://elcapitalfinanciero.com/jovenes-de-santiago-ganan-premio-odebrecht-de-desarrollo-sostenible/>
- DEL CID, A., MENDEZ, R., & SANDOVAL, F. (2011). *Investigacion fundamentos y tecnología* (2 ed.). Mexico: Pearson Educacion.
- Diccionario de Arquitectura y Construcción. (n.d.). *Diccionario de Arquitectura y Construcción*. From <https://www.parro.com.ar/>
- Enciclopedia de ejemplos. (2019). *Justificacion (de trabajo o investigacion)*. From <https://www.ejemplos.co/7-ejemplos-de-justificacion-de-trabajo-o-investigacion/>
- GIACCIO, G., ZERBINO, R., TOBES, J., LOPEZ, A., ISAIA, G., & RODRIGUEZ DE SENSALE, G. (2006). *APROVECHAMIENTO DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ PARA LA ELABORACION DE HORMIGONES*. Argentina.
- HERNANDEZ, R. (2014). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION* (Sexta ed.). Mexico: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- HILDEBRANDT, M. (2019, Enero 28). El Habla Culta. *El Comercio*.
- JOSÉ, A. (2015). Propiedades Físicas de los Suelos. Argentina.
- LLAMAS, J. (2020, Agosto 31). *ECONOMIPEDIA*. From <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-tecnologica.html>
- Lopez Barbarán, J. (2021). *ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS APLICANDO CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE, EN LA LOCALIDAD DE MOYOBAMBA – DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN*. LIMA.
- MARTINEZ, A. (n.d.). *PDF COFFEE*. From <https://pdfcoffee.com/sistema-unificado-de-clasificacion-sucs-astm-d2487-5-pdf-free.html>
- MINAGRI-DGPA-DEEIA. (2020, Julio). Perú: Producción, importaciones y precio del arroz. 2, 1. Cesar Armando Romero. From NOTA INFORMATIVA:

- https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1230425/nota-informativa_arroz_02.pdf
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES . (2008). Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *MANUAL DE CARRETERAS: Suelos, Geología, Geotécnia y Pavimentos*. Lima.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. (2016). *NORMA TECNICA CE.020 Estabilizacion de Suelos y Taludes*. Lima.
- MORALES, D. (2015). *Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas (Tesis de Pregrado)*. Universidad de Medellín, Medellín.
- Moreno, K. J., & Forero Barrios, B. O. (2020). *Evaluación del comportamiento físico-mecánico de la resistencia de un suelo arcilloso con cenizas de cascarilla de arroz*. Girardot - Cundinamarca.
- MORY Espinoza, W. A. (2020). *Efecto de la incorporación de las cenizas de cáscara de arroz en subrasantes arenosas*. Piura.
- MORY, W. (2020). *Efecto de la incorporación de las cenizas de cáscara de arroz en subrasantes arenosas (Tesis de Pregrado)*. Universidad de Piura, Piura.
- MTC. (2014). *MANUAL DE CARRETERAS: Suelos, Geología y Pavimentos*. Lima.
- MTC 2018. (2018). *“Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial*. Lima.
- MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YURA. (2012). *Pla de Desarrollo Concertado del Distrito de Yura al 2021*. Arequipa.
- MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YURA. (2020). *Plan de Desarrollo Concertado en el Distrito de Yura al 2030*. Arequipa.
- QUINTANA, A. (2006). *Metodología de investigación científica cualitativa*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.
- Ramal Montejó, R., Raymundo Juárez, J. E., & Chávez Ancajima, J. S. (2020). *Materiales alternativos para estabilizar suelos: el uso de ceniza de cáscara de arroz en vías de bajo tránsito de Piura*. Piura.
- Ramos, M. B., & Illidge Quintero, D. F. (2017). *Análisis de la modificación de un suelo altamente plástico con cascarilla de arroz y ceniza volante para subrasante de un pavimento. (Tesis de pregrado)*. Bogotá.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. (2020). *Diccionario de la Lengua Española*. España.
- RICEHOUSE. (n.d.). *RICEHOUSE*. From <https://www.ricehouse.it/inicio>
- RIVERA, J., AGUIRRE-GUERRERO, A., MEJIA, R., & OROBIO, A. (2020). Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión). *84(2)*. Colombia. doi:<https://doi.org/10.23850/22565035.2530>
- RODRIGUEZ, A. (Director). (2017). *Clasificación de Suelos SUCS Y AASHTO (Parte 01 - SUCS) - Ejercicios* [Motion Picture].
- ROJAS, N. (2020). *Arandanos Perú*. From <https://arandanosperu.pe/2020/08/17/los-beneficios-de-la-cascarilla-de-arroz-para-el-cultivo-del-arandano/#:~:text=La%20cascarilla%20de%20arroz%20es,humedad%20en%20m acetas%20y%20alm%C3%A1cigos>.
- RONDON, H., & REYES, F. (2015). *PAVIMENTOS: Materiales, construcción y diseño*. Bogotá: Ecoe Ediciones.


- Tensar International Corporation. (2017). Mejorando el rendimiento de la carretera, mientras se maximiza la relación costo-eficacia. From Optimización del pavimento: https://info.tensarcorp.com/hubfs/WH_Files/WH_Marketing%20Operations_Sales%20Tools/Marketing%20Support%20Files/Flyers/ISPN_TX_FLY_PVMTOPT_7.17.pdf
- VARA, A. (2012). *7 Pasos para una tesis exitosa*. Universidad San Martín de Porres, Lima.
- VARGAS, Z. (2009). La Investigación Aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33(1).
- VARON, J. (2005). *Diseño, construcción y puesta a punto de un prototipo de quemador para la combustión continua y eficiente de la cascarilla de arroz*. Colombia.
- VIVAR, G. (1995). *Diseño y construcción de pavimentos*. Lima.

ANEXOS

Anexo N.º 1: Matriz de Consistencia

<p style="text-align: center;">TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN – CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA</p>				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><u>Problema Principal</u></p> <p><i>¿Cómo la estabilización de suelos incorporando pulitón influye en el diseño de pavimento en la vía La Estación–Cataratas de Capua, Arequipa?</i></p> <p><u>Problemas Secundarios</u></p> <p><i>¿Cómo la situación actual de la vía hacia las cataratas de Capua se relaciona con el diseño del pavimento?</i></p> <p><i>¿Cómo la incorporación de pulitón influye en la estabilización del suelo?</i></p> <p><i>¿Cómo el porcentaje óptimo de pulitón mejora los valores del diseño del pavimento?</i></p>	<p><u>Objetivo General</u></p> <p><i>Evaluar la estabilización de suelos incorporando pulitón y su influencia en el diseño del pavimento en la vía La Estación–Cataratas de Capua, Arequipa.</i></p> <p><u>Objetivos Específicos</u></p> <p><i>Identificar la situación actual de la vía hacia las cataratas de Capua y su relación con el diseño de pavimento</i></p> <p><i>Determinar cómo la incorporación de pulitón influye en la estabilización del suelo</i></p> <p><i>Calcular el porcentaje óptimo de pulitón que mejora los valores del diseño de pavimento.</i></p>	<p><u>Hipótesis General</u></p> <p><i>La estabilización de suelos incorporando pulitón influye positivamente en el diseño del pavimento en la vía La Estación–Cataratas de Capua, Arequipa</i></p> <p><u>Hipótesis Específicos</u></p> <p><i>La situación actual de la vía hacia las cataratas de Capua se relaciona directamente con el diseño del pavimento.</i></p> <p><i>La incorporación de pulitón influye positivamente en la estabilización del suelo.</i></p> <p><i>El porcentaje óptimo de pulitón que mejora los valores del diseño de pavimento es menor al 15%</i></p>	<p><u>Variable Independiente</u></p> <p><i>Estabilización de suelos con pulitón</i></p> <p><u>Indicadores</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Máxima densidad seca - Contenido de Humedad Óptima. - Capacidad de soporte <p><u>Variable Dependiente</u></p> <p><i>Diseño de pavimento</i></p> <p><u>Indicadores</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - IMDA - Ejes equivalentes EE - Espesor de carpeta asfáltica - Espesor de base - Espesor de subbase 	<p><u>Tipo de Investigación</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Según fin que se persigue: <i>Aplicada – Tecnológica.</i> - Según tipo de datos analizados: <i>Cuantitativo.</i> - Según periodo y secuencia del estudio: <i>Transversal</i> <p><u>Nivel de Investigación</u> <i>Descriptivo - Explicativo</i></p> <p><u>Diseño Metodológico</u> <i>Cuasi experimental</i></p> <p><u>Técnicas de recolección de Información</u> <i>Observación Estructurada</i> <i>Análisis Documental</i></p> <p><u>Instrumentos</u> <i>Checklist, fichas, cuadros, etc.</i></p>

Anexo N.º 2: Instrumentos de recolección de datos – Encuestas a molineras

 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
ENCUESTA A MOLINOS DE ARROZ	
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN – CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA	
1.- ¿Qué cantidad de arroz cáscara ingresa al molino anualmente?	<u>2.5 millones de kg de arroz cáscara</u>
2.- ¿En qué meses del año ingresa el arroz cáscara al molino?	<u>Febrero hasta abril.</u>
3.- ¿Qué cantidad de cascarilla de arroz se extrae después del proceso de molienda del grano de arroz?	<u>Se extrae el 14% de cascarilla.</u>
4.- ¿Cuáles son los usos de la cascarilla de arroz?	<u>Pisos para las gallinas, mayormente se queda y lo botan a un descampado o la regalan</u>
5.- ¿Conoce Ud. El pulitón?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
6.- ¿Qué conoce del pulitón?	<u>Es de la quema de la cascarilla de arroz, muy fácil de hacer, ya que, la cascarilla enciende rápidamente</u>

NOMBRE DEL MOLINO

Molino San Miguel

UBICACIÓN

Av. Lima 633 Camano - Arequipa



ENCUESTA A MOLINOS DE ARROZ

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN – CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA

1.- ¿Qué cantidad de arroz cáscara ingresa al molino anualmente?

Ingresan 500 toneladas de cascarilla de arroz anual
mente

2.- ¿En qué meses del año ingresa el arroz cáscara al molino?

Temporada alta a partir del 15 de febrero hasta
mayo

3.- ¿Qué cantidad de cascarilla de arroz se extrae después del proceso de molienda del grano de arroz?

No tiene conocimiento.

4.- ¿Cuáles son los usos de la cascarilla de arroz?

Para los ganaderos, llevan para la cama de sus cerdos, si
la cascarilla se queda lo botan o la regalan.

5.- ¿Conoce Ud. El pulitón?

SI

NO

6.- ¿Qué conoce del pulitón?

Utilizado por los antepasados como lavavajillas, se
hace a base de la cascarilla de arroz quemada

NOMBRE DEL MOLINO

Molino Villahermosa SRL

UBICACIÓN

PJ. Villa Hermosa 150 Camaná - Arequipa



ENCUESTA A MOLINOS DE ARROZ

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN – CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA

1.- ¿Qué cantidad de arroz cáscara ingresa al molino anualmente?

Ingresan aproximadamente 2 millones de kilos anuales.

2.- ¿En qué meses del año ingresa el arroz cáscara al molino?

La temporada de ingreso esta entre marzo y abril

3.- ¿Qué cantidad de cascarilla de arroz se extrae después del proceso de molienda del grano de arroz?

25000 Kg de arroz, bota 7000 Kg de paja

4.- ¿Cuáles son los usos de la cascarilla de arroz?

Para la granjas, como los caballos, pollos, cerdos.

5.- ¿Conoce Ud. El pulitón?

SI NO

6.- ¿Qué conoce del pulitón?

Es de la ceniza de la cascarilla de arroz, se usa para lavar ollas.

NOMBRE DEL MOLINO

Molino Santa Rosa SCRL

UBICACIÓN

Calle Santa Rosa 161 - Camaná - Arequipa



ENCUESTA A MOLINOS DE ARROZ

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN - CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA

1.- ¿Qué cantidad de arroz cáscara ingresa al molino anualmente?

2 millones de kilogramos de arroz cáscara

2.- ¿En qué meses del año ingresa el arroz cáscara al molino?

La temporada alta es a mediados de febrero

3.- ¿Qué cantidad de cascarilla de arroz se extrae después del proceso de molienda del grano de arroz?

Se extrae 200kg de cascarilla de mil kilos de arroz cáscara

4.- ¿Cuáles son los usos de la cascarilla de arroz?

Uso para granjas, abono de plantas

5.- ¿Conoce Ud. El pulitón?

SI NO

6.- ¿Qué conoce del pulitón?

Se usa para quitar el tizne de los utensilios de cocina, es de la quema de cascarilla de arroz, se quema en horno o en un lugar abierto.



NOMBRE DEL MOLINO

Molino San Lorenzo SRLTDA

UBICACIÓN

Calle Huarangal 201 - Camana - Arequipa

Anexo N.º 4: Instrumentos de recolección de datos – Descripción de lugar

		
FICHA DE CAMPO N°1 - Descripción del Lugar		
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN – CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA		
	UBICACIÓN DEL PROYECTO	
	Distrito	Yura
	Provincia	Arequipa
	Departamento	Arequipa
Coordenadas UTM	79 K 213251 8201574	
FOTO		
DESCRIPCION GENERAL		
1	Progresiva	0 + 000
2	Propiedad del terreno	Municipalidad Distrital de Yura
3	Uso actual	Vía hacia Cataratas de Capúa
4	Presencia de lugares acuosos	NO
5	Fauna	SI
6	Areas naturales afectadas	NO
7	Descripción de la zona	- Presencia de vacas, burros, perros - Presencia de material suelto en los bordes - Presencia de ahuellamientos - Habitantes cerca a zona de estudio
Fecha: 24/05/2022		



FICHA DE CAMPO N°1 - Descripción del Lugar

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN – CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA



FOTO

UBICACIÓN DEL PROYECTO

Distrito	Yura
Provincia	Arequipa
Departamento	Arequipa
Coordenadas UTM	19K 21 3528 8201944

DESCRIPCION GENERAL

1	Progresiva	0+500
2	Propiedad del terreno	Municipalidad Distrital de Yura
3	Uso actual	Vía hacia Cataratas de Capúa
4	Presencia de lugares acuosos	NO
5	Fauna	NO
6	Areas naturales afectadas	NO
7	Descripción de la zona	- Vía en pendiente - Casas cerca a la zona - Zona agrícola cerca a la zona - Vía con enclaminado

Fecha: 24-05-2022

FICHA DE CAMPO N°1 - Descripción del Lugar

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN – CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA



FOTO

UBICACIÓN DEL PROYECTO

Distrito	Yura
Provincia	Arequipa
Departamento	Arequipa

Coordenadas UTM	19K 213224 8202044
-----------------	--------------------------


DESCRIPCIÓN GENERAL

1	Progresiva	1 + 000
2	Propiedad del terreno	Municipalidad Distrital Yura
3	Uso actual	Vía hacia las Cataratas de Capua
4	Presencia de lugares acuosos	NO
5	Fauna	NO
6	Áreas naturales afectadas	NO
7	Descripción de la zona	<ul style="list-style-type: none"> - Fin de la pendiente - Vía con encajonamiento excesivo (máx. 15m) - Casas cerca a la zona de estudio - Zona agrícola cerca a la zona de estudio

Fecha: 24-05-2022


FICHA DE CAMPO N°1 - Descripción del Lugar

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN – CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA

	UBICACIÓN DEL PROYECTO	
	Distrito	Yura
	Provincia	Arequipa
	Departamento	Arequipa
	Coordenadas UTM	19K 212758 8202102
DESCRIPCIÓN GENERAL		
1	Progresiva	1+500
2	Propiedad del terreno	Municipalidad Distrital de Yura
3	Uso actual	Vía que va a las cataratas de Capua
4	Presencia de lugares acuosos	NO
5	Fauna	NO
6	Áreas naturales afectadas	NO
7	Descripción de la zona	<ul style="list-style-type: none"> - Inicio de pendiente en la vía - Vía con enclaminadas - Presencia de curvas - Abuellamientos
Fecha: 24-05-2022		

FICHA DE CAMPO N°1 - Descripción del Lugar

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN – CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA

	UBICACIÓN DEL PROYECTO	
	Distrito	Yura
	Provincia	Arequipa
	Departamento	Arequipa
	Coordenadas UTM	19K 212975 8202369
DESCRIPCIÓN GENERAL		
1	Progresiva	2 + 000
2	Propiedad del terreno	Municipalidad Distrital de Yura
3	Uso actual	Vía hacia las cataratas de Capúa
4	Presencia de lugares acuosos	NO
5	Fauna	NO
6	Áreas naturales afectadas	NO
7	Descripción de la zona	- Presencia de curvas en la vía con pendiente - Vía con encañonado - Peligro de derrumbes - Residuos de material al borde de la vía
Fecha: 24.05.2022		

FICHA DE CAMPO N°1 - Descripción del Lugar

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN – CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA



FOTO

UBICACIÓN DEL PROYECTO

Distrito	Yura
Provincia	Arequipa
Departamento	Arequipa
Coordenadas UTM	19K 212707 8202534

DESCRIPCION GENERAL

1	Progresiva	2+500
2	Propiedad del terreno	Municipalidad Distrital de Yura
3	Uso actual	Vía hacia las cataratas de Capua
4	Presencia de lugares acuosos	NO
5	Fauna	NO
6	Areas naturales afectadas	NO
7	Descripción de la zona	- Encalaminado en la vía - Material suelto sobre la vía - Peligro de volcaduro hacia quebrada pronunciada

Fecha: 24-05-2022

FICHA DE CAMPO N°1 - Descripción del Lugar

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN – CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA



FOTO

UBICACIÓN DEL PROYECTO

Distrito	Yura
Provincia	Arequipa
Departamento	Arequipa
Coordenadas UTM	19K 212549 8202876

DESCRIPCION GENERAL

1	Progresiva	3+000
2	Propiedad del terreno	Municipalidad Distrital de Yura
3	Uso actual	Vía hacia las cataratas de Capua
4	Presencia de lugares acuosos	NO
5	Fauna	
6	Areas naturales afectadas	NO
7	Descripción de la zona	<ul style="list-style-type: none"> - Material suelto sobre la vía - Encalminado excesivo máx. 15 km/h. - Ondulaciones prominentes en curvas cerradas - Curvas peligrosas

Fecha: 24-05-2022.

FICHA DE CAMPO N°1 - Descripción del Lugar

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN – CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA



FOTO

UBICACIÓN DEL PROYECTO

Distrito	Yura
Provincia	Arequipa
Departamento	Arequipa
Coordenadas UTM	19 K 21 2293 8202912

DESCRIPCIÓN GENERAL

1	Progresiva	3 + 500
2	Propiedad del terreno	Municipalidad Distrital de Yura
3	Uso actual	Vía hacia las Cataratas de Capúa
4	Presencia de lugares acuosos	NO
5	Fauna	NO
6	Áreas naturales afectadas	NO
7	Descripción de la zona	<ul style="list-style-type: none"> - Encajonado excesivo, no permite avanzar más de 15 cm/h en vehículo. - Atuellamientos - Presencia de material suelto en los bordes

Fecha: 24-05-2022

FICHA DE CAMPO N°1 - Descripción del Lugar

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN – CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA



FOTO

UBICACIÓN DEL PROYECTO

Distrito Yura

Provincia Arequipa

Departamento Arequipa

Coordenadas UTM
19 K
212240
8203368

DESCRIPCIÓN GENERAL

1	Progresiva	4+000
2	Propiedad del terreno	Municipalidad Distrital de Yura
3	Uso actual	Vía hacia las cataratas de Capua
4	Presencia de lugares acuosos	NO
5	Fauna	NO
6	Áreas naturales afectadas	NO
7	Descripción de la zona	- Encalaminado pronunciado - Presencia de curvas con pendiente - Material suelto sobre vía - Restos de material en el borde de la vía.

Fecha: 24-05-2022

FICHA DE CAMPO N°1 - Descripción del Lugar

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN – CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA

	UBICACIÓN DEL PROYECTO	
	Distrito	Yura
	Provincia	Arequipa
	Departamento	Arequipa
	Coordenadas UTM	19K 211973 8203621

FOTO

DESCRIPCION GENERAL

1	Progresiva	4 + 500
2	Propiedad del terreno	Municipalidad Distrital de Yura
3	Uso actual	Vía hacia las cataratas de Capua
4	Presencia de lugares acuosos	NO
5	Fauna	NO
6	Areas naturales afectadas	NO
7	Descripcion de la zona	<ul style="list-style-type: none"> - Encalaminado excesivo, no permite avanzar más de 15 Km/h. - Presencia de material suelto en bordes - Ahuellamientos

Fecha: 24-05-2022

FICHA DE CAMPO N°1 - Descripción del Lugar

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN – CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA



FOTO

UBICACIÓN DEL PROYECTO

Distrito	Yura
Provincia	Arequipa
Departamento	Arequipa
Coordenadas UTM	19K 212029 8204032

DESCRIPCIÓN GENERAL

1	Progresiva	5 + 000
2	Propiedad del terreno	Municipalidad Distrital de Yura
3	Uso actual	Via hacia las Cataratas de Capua
4	Presencia de lugares acuosos	NO
5	Fauna	NO
6	Áreas naturales afectadas	NO
7	Descripción de la zona	- Encalaminado excesivo - Habitantes cercanos a la zona de estudio - Zona agrícola cerca a la zona

Fecha: 24-05-2022

FICHA DE CAMPO N°1 - Descripción del Lugar

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN – CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA



FOTO

UBICACIÓN DEL PROYECTO

Distrito	Yura
Provincia	Arequipa
Departamento	Arequipa
Coordenadas UTM	79K 212147 8204488


DESCRIPCIÓN GENERAL

1	Progresiva	5+500
2	Propiedad del terreno	Municipalidad Distrital de Yura
3	Uso actual	Via hacia las cataratas de Capua
4	Presencia de lugares acuosos	NO
5	Fauna	NO
6	Áreas naturales afectadas	NO
7	Descripción de la zona	- Habitantes cercanos a la zona de estudio - Zona agrícola cerca a la zona - Encalaminado pronunciado

Fecha: 24-05-2022

FICHA DE CAMPO N°1 - Descripción del Lugar

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN – CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA

	UBICACIÓN DEL PROYECTO	
	Distrito	Yura
	Provincia	Arequipa
	Departamento	Arequipa
	Coordenadas UTM	19K 212365 8204812
FOTO		
DESCRIPCION GENERAL		
1	Progresiva	6 + 000
2	Propiedad del terreno	Municipalidad Distrital de Yura
3	Uso actual	Via hacia las cataratas de Capúa.
4	Presencia de lugares acuosos	NO
5	Fauna	NO
6	Areas naturales afectadas	NO
7	Descripción de la zona	<ul style="list-style-type: none"> - Zona agrícola cerca a la zona - Ahuellamientos - Encalaminado excesivo no permite avanzar a más de 15 Km/h.
Fecha: 24-05-2022		

FICHA DE CAMPO N°1 - Descripción del Lugar

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN – CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA



FOTO

UBICACIÓN DEL PROYECTO



Distrito	Yura
Provincia	Arequipa
Departamento	Arequipa
Coordenadas UTM	19 K 21 2186 8205144

DESCRIPCION GENERAL

1	Progresiva	6 + 450
2	Propiedad del terreno	Municipalidad Distrital de Yura
3	Uso actual	Via hacia las cataratas de Capua
4	Presencia de lugares acuosos	NO
5	Fauna	NO
6	Areas naturales afectadas	NO
7	Descripción de la zona	- Encalaminado excesivo - Ahuellamiento - Restos de material en el borde de la via

Fecha: 24-05-2022

Anexo N.º 5: Instrumentos de recolección de datos – Calicatas

		
FICHA DE CAMPO N°2 - CALICATAS		
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN – CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA		
	UBICACIÓN DEL PROYECTO	
	Distrito	Yura
	Provincia	Arequipa
	Departamento	Arequipa
Coordenadas UTM	Altitud 2548 msnm 19K 212866 E 8202048 N.	
DESCRIPCION GENERAL		
1	Progresiva	1 + 300
2	Número de Calicata	N° 1
3	Propiedad del terreno	Municipalidad distrital de Yura
4	Profundidad	1.50 m
5	Cantidad de Material a Extraer	180 Kg
6	Nivel Freático	No
7	Observaciones	
Fecha: 24-06-2022		

FICHA DE CAMPO N°2 - CALICATAS

 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA
 VÍA LA ESTACIÓN - CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA

UBICACIÓN DEL PROYECTO

Distrito	Yura
Provincia	Arequipa
Departamento	Arequipa
Coordenadas UTM	Altitud 2588 msnm 19K 212536 E 8202960 N.

DESCRIPCION GENERAL

1	Progresiva	3+100
2	Número de Calicata	N° 2
3	Propiedad del terreno	Municipalidad Distrital de Yura
4	Profundidad	1.50m
5	Cantidad de Material a Extraer	180 Kg
6	Nivel Freático	No
7	Observaciones	

Fecha: 24-06-2022

FICHA DE CAMPO N°2 - CALICATAS

 ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA
 VÍA LA ESTACIÓN - CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA


IMAGEN

UBICACIÓN DEL PROYECTO

Distrito	Yulo
Provincia	Arequipa
Departamento	Arequipa
Coordenadas UTM	Altitud 2620 msnm 19K 212303 E 8204628 N.

DESCRIPCIÓN GENERAL

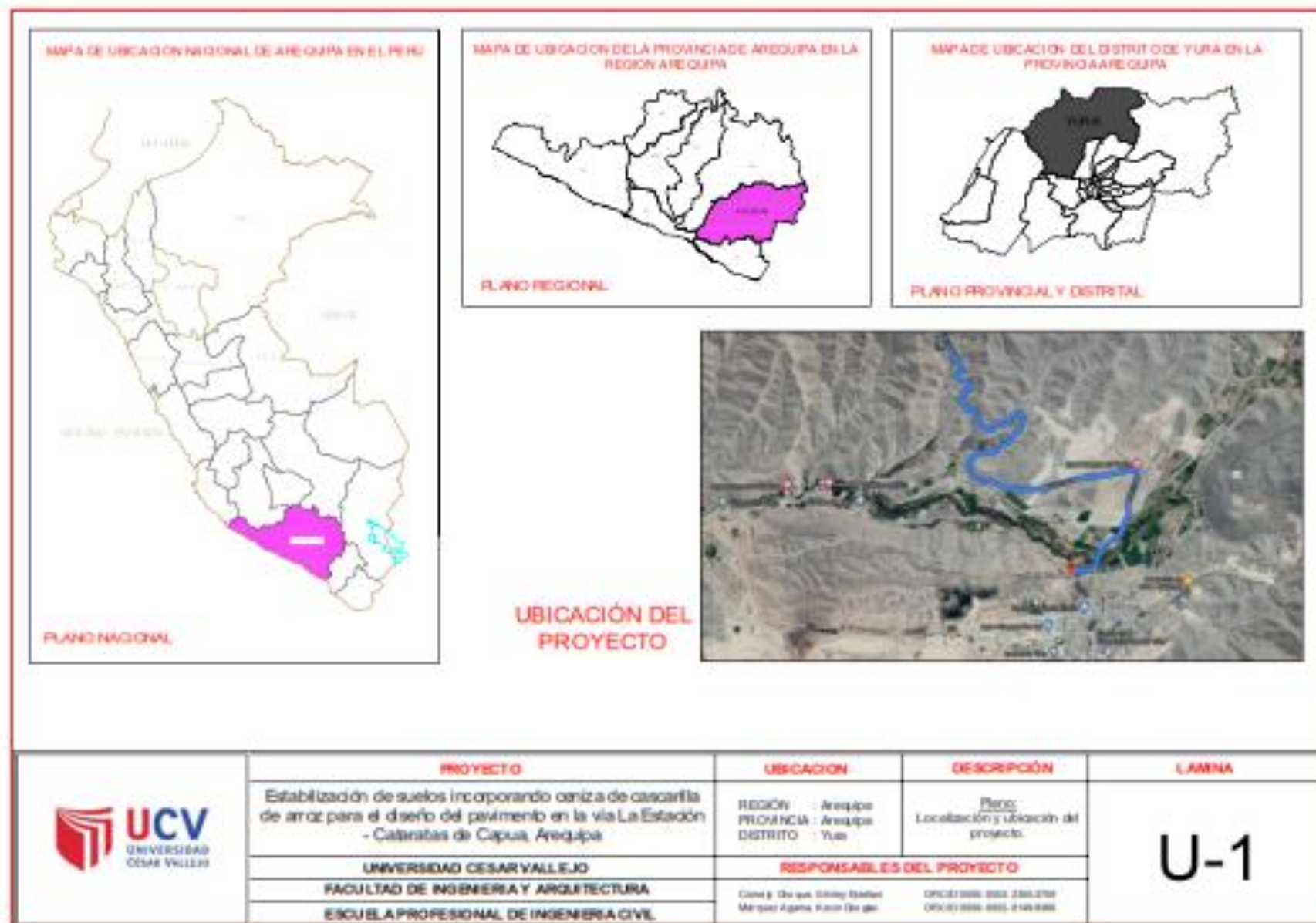
1	Progresiva	5 + 800
2	Número de Calicata	Nº 3
3	Propiedad del terreno	Municipalidad Distrital de Yulo
4	Profundidad	1.50 m
5	Cantidad de Material a Extraer	180 Kg
6	Nivel Freático	No
7	Observaciones	

Fecha: 24-06-2022

Anexo N.º 6: Instrumentos de recolección de datos – Check Lists

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO EN LA VÍA LA ESTACIÓN – CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA				
ITEM	INSTITUCION	INDICACIONES	SE ENCONTRÓ	NO SE ENCONTRÓ
1	Municipalidad Distrital de Yura	Recopilar información acerca de la vía hacia las cataratas de Capua		✓
2	Comisaria de Yura	Obtener información de accidentes en la vía hacia las cataratas de	✓	
3	Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Recopilar información acerca de pavimentación con vías de bajo tránsito	✓	
4	Molino San Lorenzo - Camaná	Encuesta a empresa para obtener información acerca del proceso de obtención de la ceniza de cascarilla de arroz	✓	
5	Molino Villa Hermosa - Camaná	Encuesta a empresa para obtener información acerca del proceso de obtención de la ceniza de cascarilla de arroz	✓	
6	Molino Santa Rosa - Camaná	Encuesta a empresa para obtener información acerca del proceso de obtención de la ceniza de cascarilla de arroz	✓	
7	Molino San Miguel - Camaná	Encuesta a empresa para obtener información acerca del proceso de obtención de la ceniza de cascarilla de arroz	✓	
8	Repositorio de Universidad Cesar Vallejo	Buscar tesis en la que utilicen cenizas de cascarilla de arroz para mejoramiento de vías		✓
9	Repositorio de Universidad Ricardo Palma	Buscar tesis en la que utilicen cenizas de cascarilla de arroz para mejoramiento de vías	✓	
10	Repositorio de Universidad Nacional de Ingeniería	Buscar tesis en la que utilicen cenizas de cascarilla de arroz para mejoramiento de vías		✓
11	Repositorio de Universidad de Piura	Buscar tesis en la que utilicen cenizas de cascarilla de arroz para mejoramiento de vías	✓	
12	Repositorio de Universidad Nacional de San Agustín	Buscar tesis en la que utilicen cenizas de cascarilla de arroz para mejoramiento de vías		✓
13	Repositorio de Universidad Católica Santa María	Buscar tesis en la que utilicen cenizas de cascarilla de arroz para mejoramiento de vías	✓	
14	MINAGRI	Recopilar información acerca de la producción de arroz en el Perú	✓	
15	Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento	Obtener información acerca de estabilización de suelos con cenizas volátiles	✓	

Anexo N.º 7: Plano de ubicación



El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.

SI

NO

Promedio de valoración:

92.74

Arequipa, 17 de junio del 2022.


SECRETARÍA DE DEFENSA Y PROMOCIÓN DEL TURISMO
DIRECCIÓN REGIONAL DE AREQUIPA
REQUISITO DE OBRAS
CIP 76135

Firma del experto informante

DNI: 31672152

CIP: 76135

CONSTANCIA DE VALIDACION DE INSTRUMENTO

Quien suscribe, Elex Barragán Pumacajia
 con documento de identidad N° 46566537 de profesión
Ing. Civil con código CIP N° 230049, ejerciendo
 actualmente como Ing. Residente en
Obra Privada.

Por medio de la presente hago contar que he revisado con fines de validación el instrumento (Formatos) de investigación, a los efectos de su aplicación en el trabajo de investigación titulado "Estabilización de suelos incorporando pulitón para el diseño del pavimento en la vía La Estación – Cataratas de Capua, Arequipa" para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo.

Luego de hacer las observaciones pertinentes puedo formular las siguientes apreciaciones.

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y normas vigentes.										X			
ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
INTENCIONALIDAD	Es adecuado para valorar las variables de la hipótesis.										X			
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
METODOLOGIA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		

El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.

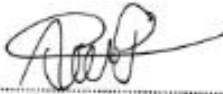
SI

NO

Promedio de valoración:

$$\boxed{635/7} = 90.7$$

Arequipa, 17 de Junio del 2022.



ELEX BARRAGAN PUMACAJA
INGENIERO CIVIL
C.P. N° 23049

Firma del experto informante

DNI: 46566537

CIP: 230049

El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación.

SI

NO

Promedio de valoración:

93.57

Arequipa, 17 de junio del 2022.

GERARDO MAURICIO COACULMA VALDERRAMA
Ingeniero Civil
CIP N° 280155

Firma del experto informante

DNI: 70379445

CIP: 280155

CALICATA 01

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL			
	DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD MTC E 108		Calicote	C-01
			Fecha	18/06/2022
			Página	1 de 1
Proyecto	ESTABILIZACION DE SUELO INCORPORANDO PULVÓN PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VÍA LA ESTACION - CATARATAS DE CAPUA - AREQUIPA			
Descripción	SABIDO NATURAL CON 5% ADICION DE PULVÓN	Coordenada	622348.97 N 212566.11 E	
Solicitante	BACH KEVIN MARQUEZ - BACH SHIRLEY CORNEJO	Profundidad	1.50 m	
Ubicación de Proyecto	VIA HACIA CATARATAS DE CAPUA - YURA - AREQUIPA			

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	MUESTRA		
			1	2	3
1	Nro. De Ensayo	-	1	2	3
2	Nombre de Recipiente	-	TG-2	TG-6	TG-7
3	Masa del Recipiente	g	123.13	124.21	122.88
4	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	320.16	322.24	315.12
5	Masa del Recipiente + muestra seca	g	310.20	311.13	305.28
6	Contenido de Humedad Parcial	%	5.3	5.9	5.4
7	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	5.6		

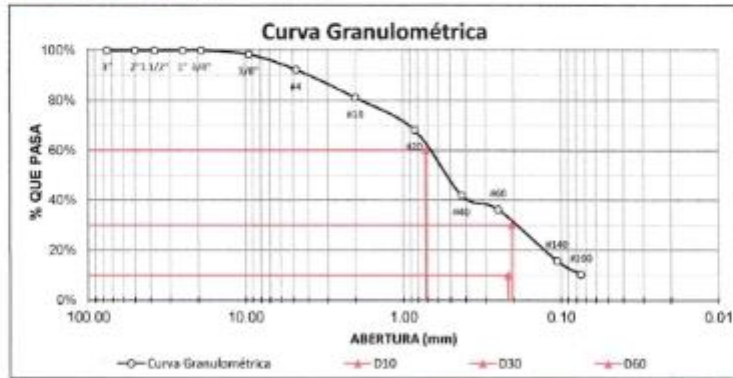
MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  ----- GERARDO MATÚRCIO COAGUIRA VALDIMIA Ingeniero Civil CIP N° 280155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		
	ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107	Calicata	C-01
		Fecha	19/06/2022
		Página	1 de 1

Proyecto	ESTABLACION DE SUELOS INCORPORANDO PLUTÓN PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VIALIDAD - ESTACION - CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA	Coordenadas	1202644.87 N
Descripción	SUELO NATURAL CON SUS ADICION DE PLUTON		210488.17 E
Solicitante	KEVIN GARCIA - SIMILEY GARCIA	Profundidad	1.5 m
Ubicación	VIA HACIA CATARATAS DE CAPUA, YUPA - AREQUIPA		

PESO DE MUESTRA (gr)	
M. Seca	1475.00
M. Lavada	1380.00
Pérdida por lavado	95.00

ABERTURA (mm)	TAMIZ A.S.T.M	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	(%) QUE PASA
75.00	3"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
60.00	2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
37.50	1 1/2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
25.00	1"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
19.00	3/4"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
9.50	3/8"	23.27	1.58%	1.58%	98.42%
4.750	#4	91.41	6.22%	7.80%	92.20%
2.000	#10	162.97	11.08%	18.88%	81.12%
0.850	#20	191.17	13.00%	31.89%	68.11%
0.425	#40	385.25	26.20%	68.09%	41.91%
0.250	#60	83.29	5.66%	83.75%	36.25%
0.106	#140	301.15	20.48%	84.23%	15.77%
0.075	#200	79.99	5.44%	89.67%	10.33%
FONDO + LAVADO		151.84	10.33%	100.00%	0.00%
TOTAL		1470.34	100.00%		



Tamaño Máximo Absoluto = 3/4"

Tamaño Máximo Nominal = 3/8"

D10 =	0.218 mm	Cu =	3.3
D30 =	0.206 mm	Cc =	0.271
D60 =	0.718 mm		

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  GERARDO MAURICIO COAGUIRA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 280155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		
	DETERMINACION LIMITES DE CONSISTENCIA MTC E 110 - E 111		Calicata: C-01
			Fecha: 19/06/2022
		Página: 1 de 1	
Proyecto:	ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO PLUTON PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA SALLA ESTACION - CANTABRATAS DE CAPUA		
Descripción:	SUELO NATURAL CON ENRIQUECIMIENTO DE PLUTON	Coordenadas:	8720448.87 N
Solicitante:	WELIN MARGUZZE - INHALET CORNELIO		210896.17 E
Utilización:	PARA HACER CAPACIDAD DE CAPUA - VERA - 8000000	Profundidad:	1.80 m

LIMITE LIQUIDO

Cápsula N°	1	2	3	4
Nombre Cápsula				
Numero de golpes				
Peso de cápsula (gr)				
P. cap+suelo húmedo (gr)				
P. cap+suelo seco (gr)				
Humedad, u (%)	0.00%	0.00%	0.00%	

LIMITE PLASTICO

Cápsula N°	1	2
Nombre de cápsula		
Peso de cápsula (gr)		
P. cap+suelo húmedo (gr)		
P. cap+suelo seco (gr)		
Humedad, u (%)	0.00%	

RESULTADOS


LIMITE LIQUIDO (%)	0.00%
LIMITE PLASTICO (%)	0.00%
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

Ensayo efectuado al material pasante a la malla #40
La muestra se realizó en la copa de Casagrande
El suelo no presenta plasticidad NP



MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
V°B° DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  GERARDO MAURICIO COAGUIRA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 280155

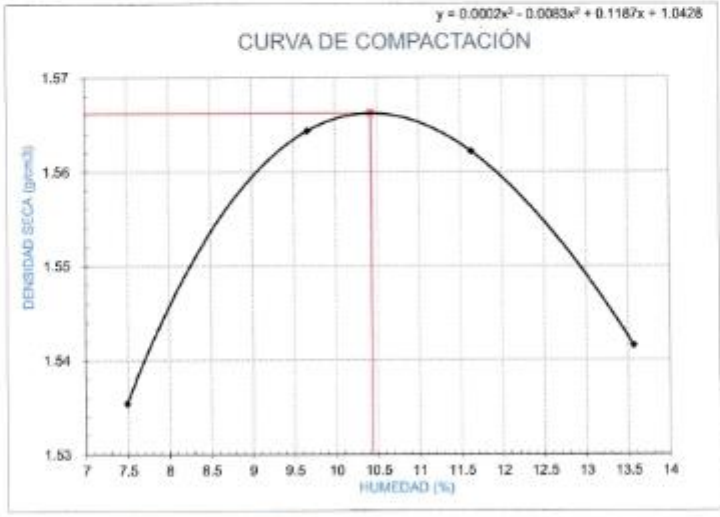
	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		Calicata	C-01
	RELACION DENSIDAD- HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO)		Fecha	19/06/2022
	MTC E 115		Página	1 de 1

Proyecto: ESTABLECIMIENTO DE SIEMBROS INCORPORANDO PULTRON PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VIALIDAD ESTACION - CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA
Descripción: SUELO NATURAL CON EN ADICION DE PULTRON
Solicitante: KIVAN MARQUEZ - SHIRLEY CORNEJO
Ubicación: VIA HACIA CATARATAS DE CAPUA, YURA - AREQUIPA
Coordenadas: 10°07'43.27" N
Profundidad: 1.70 m

Peso del molde (g)	3882.90	Altura (cm)	11.654	METODO	N° de capas	5	
Diametro (cm)	10.144	Volumen (cm³)	941.85	A	4"	Golpes a capa	25


Molde	1	2	3	4	5
Peso molde + suelo humedo (gr)	5437.30	5498.70	5525.30	5531.80	
Peso molde (gr)	3882.90	3882.90	3882.90	3882.90	
Peso de suelo humedo (gr)	1554.40	1615.80	1642.40	1648.90	
Volumen molde (cm³)	941.85	941.85	941.85	941.85	
Densidad humeda, Y (gr/cm³)	1.650	1.718	1.744	1.751	

Capsula N°	TP-11	TP-12	TP-14	TP-15	TP-17	TP-18	TP-9	TP-16
Peso capsula+suelo humedo (gr)	56.21	57.79	58.34	60.70	57.20	57.09	56.25	56.70
Peso capsula+suelo seco (gr)	53.01	55.48	55.12	57.41	53.71	53.76	52.34	52.65
Peso de capsula (gr)	23.72	24.07	21.09	24.09	24.34	24.49	23.70	22.55
Contenido de Humedad (w%)	7.62	7.35	9.46	9.87	11.88	11.38	13.68	13.46
Humedad prom (w%)	7.49		9.67		11.63		13.57	
Densidad seca (gr/cm³)	1.536		1.564		1.562		1.542	



Humedad optima (%)	10.43
Densidad seca maxima (gr/cm³)	1.566

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
Vº DEL LABORATORIO 	FIRMA Nombre y firma:  ----- GERARDO MAURICIO COADURA VALDINA Ingeniero Civil CIR N° 280155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL			
	CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)		Calicata	C-01
	ASTM D 1883-16		Fecha	19/06/2022
			Página	1 de 1

Proyecto	ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO PULTRON PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VIA LA ESTACION - CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA		
Descripción	SUELO NATURAL CON 0% ADICION DE PULTRON	Coordenadas	8302048.87 N
Solicitante	KEVIN MARQUEZ - SHIRLEY CORNEJO		212866.17 E
Ubicación	VIA HACIA CATARATAS DE CAPUA - YURA - AREQUIPA	Profundidad	1.50 m

COMPACTACION C B R

Diametro del Pistón (mm)	49.63	Altura de disco espaciador (cm)	6.390
--------------------------	-------	---------------------------------	-------

MOLDE	MOLDE N°1		MOLDE N°2		MOLDE N°3	
NºGolp x Capa	10		25		56	
Altura Molde (cm)	17.769		17.769		17.769	
Diametro (cm)	15.189		15.189		15.189	
Peso del Molde (gr)	8439.00		8443.00		8255.00	
P. molde + suelo humedo (gr)	11659.00		11908.00		11915.00	
Peso de suelo humedo (gr)	3220.00		3465.00		3650.00	
Volumen molde (cm3)	2061.83		2061.83		2061.83	
Densidad humeda, Y (gr/cm3)	1.56		1.68		1.77	
Capsula N°	11	1	3	29	7	28
P. capsula+suelo humedo (gr)	54.63	56.86	59.15	58.21	53.31	51.85
Peso capsula+suelo seco (gr)	51.81	53.91	55.98	55.06	50.68	49.39
Peso de capsula (gr)	23.73	24.53	24.38	23.88	24.18	23.92
Contenido de Humedad (w%)	10.04	10.04	10.03	10.10	9.92	9.66
Humedad prom (w%)	10.04		10.07		9.79	
Densidad seca (gr/cm3)	1.419		1.527		1.612	

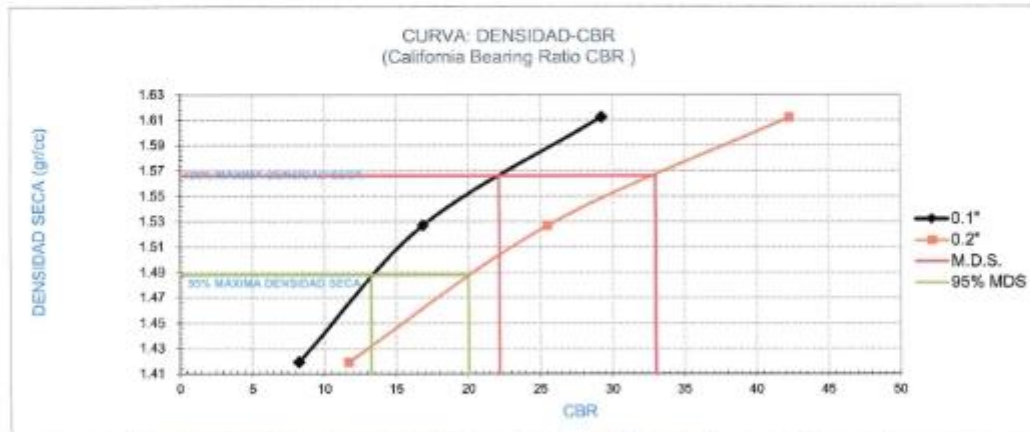
ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
(Hs)	(Dias)	Dial "0.001"	HINCHAMIENTO		Dial "0.001"	HINCHAMIENTO		Dial "0.001"	HINCHAMIENTO	
			mm	(%)		mm	(%)		mm	(%)
0	0	149	3.785	0.000	266	6.756	0.000	524	13.310	0.000
24	1	152	3.861	0.067	270	6.858	0.089	528	13.411	0.089
48	2	155	3.937	0.134	272	6.909	0.134	530	13.462	0.134
72	3	158	4.013	0.201	274	6.960	0.179	532	13.513	0.179
96	4	159	4.039	0.223	275	6.985	0.201	532	13.513	0.179

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
(mm)	(pulg)	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm2)	CBR %	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm2)	CBR %	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm2)	CBR %
0.00	0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.64	0.025	7.85	0.4		39.53	2.0		51.19	2.6	
1.27	0.050	49.01	2.5		127.89	6.6		236.29	12.2	
1.91	0.075	77.45	4.0		197.00	10.2		328.09	17.0	
2.54	0.100	112.14	5.8	8.24	229.53	11.9	16.87	398.15	20.6	29.27
3.18	0.125	146.76	7.6		331.29	17.1		507.28	26.2	
3.81	0.150	187.59	9.7		387.21	20.0		624.80	32.3	
5.08	0.200	237.71	12.3	11.65	520.12	26.9	25.49	863.77	44.6	42.34
6.35	0.250	272.08	14.1		621.50	32.1		967.50	50.0	
7.62	0.300	297.03	15.4		713.23	36.9		1114.91	57.6	
10.16	0.400	315.73	16.3		816.71	42.2		1340.32	69.3	
12.70	0.500	353.05	18.3		910.63	47.1		1595.94	82.5	

GRAFICOS



Densidad seca máxima (g/cm ³)	1.566	al 95%	1.488
---	-------	--------	-------

*M.D.S.: Maxima Densidad Seca, Dato del ensayo de Proctor Modificado

C.B.R. 0.1" Para el 100% de la M.D.S.	22.15%
C.B.R. 0.2" Para el 100% de la M.D.S.	33.00%

C.B.R. 0.1" Para el 95% de la M.D.S.	13.25%
C.B.R. 0.2" Para el 95% de la M.D.S.	20.00%

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO <div style="text-align: center;">  </div>	FIRMA Nombre y firma: <div style="text-align: center;">  ----- GERARDO MAURICIO COAGUIRA VALDIMIA Ingeniero Civil </div>

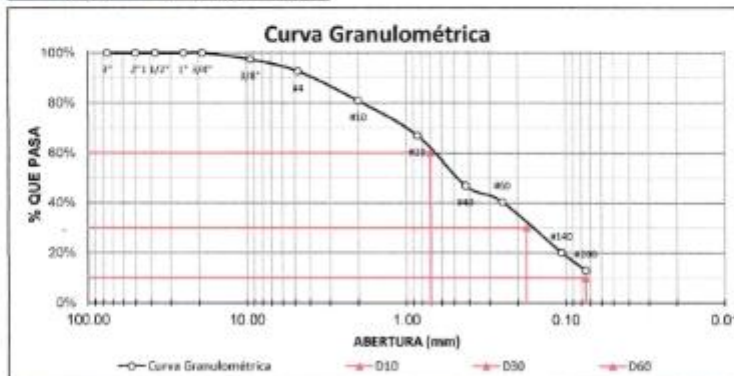
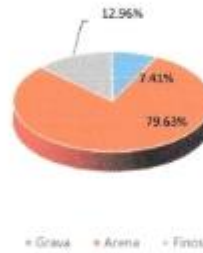
**INCORPORACION DE 5% DE
PULITON – C01**

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL			
	ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107		Calicata	C-01
			Fecha	19/06/2022
			Página	1 de 1

Proyecto	ESTABLECIMIENTO DE SUELOS INCORPORANDO PULVICÓN PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VÍA LA ESTACION - CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA		
Descripción	SUELO NATURAL CON 1% ADICIÓN DE PULVICÓN	Coordenadas	6822046.37 N
Solicitante	KEVIN MARQUEZ - DARREY CORNEJO		712986.17 E
Ubicación	VIA HACIA CATARATAS DE CAPUA, YURA - AREQUIPA	Profundidad	1.5 m

PESO DE MUESTRA (gr)	
M. Seca	1500.00
M. Lavada	1348.40
Perdida por lavado	153.60

ABERTURA (mm)	TAMIZ A.S.T.M	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RETENIDO ACUMULADO	(%) QUE PASA
75.00	3"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
50.00	2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
37.50	1 1/2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
25.00	1"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
19.00	3/4"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
9.50	3/8"	38.36	2.56%	2.56%	97.44%
4.750	#4	72.67	4.85%	7.41%	92.59%
2.000	#10	174.63	11.66%	19.07%	80.93%
0.850	#20	210.12	14.02%	33.09%	66.91%
0.425	#40	299.79	20.01%	53.10%	46.90%
0.250	#60	97.47	6.51%	59.61%	40.39%
0.106	#140	303.35	20.25%	79.85%	20.15%
0.075	#200	107.72	7.19%	87.04%	12.96%
FONDO + LAVADO		194.14	12.96%	100.00%	0.00%
TOTAL		1498.25	100.00%		



Tamaño Máximo Absoluto = 3/4"	D10 = 0.075 mm	Cu = 9.4
Tamaño Máximo Nominal = 3/8"	D30 = 0.176 mm	Cc = 0.588
	D60 = 0.703 mm	

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  GERARDO MAURICIO COAGUARA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 290155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		
	DETERMINACION LIMITES DE CONSISTENCIA MTC E 110 - E 111		Calicata: C-01
			Fecha: 19/06/2022
		Página: 1 de 1	
Proyecto	ESTABLECIMIENTO DE MUELOS INCORPORANDO PULVERIZACION PARA EL DISEÑO DE PAQUETES DE LA RED DE ESTACION - CATAMARCA DE CAPUA		
Descripción	SUELO NATURAL EN ZONA DE PUEBLO		Coordenadas: 2310045.22 N
Solicitante	SEVA MARQUEZ - SHALEY CONEJO		212960.17 E
Ubicación	VIA SANTA CATARINA DE CAPUA - BURA - AREQUIPA		Profundidad: 1.50 m

LIMITE LIQUIDO

Cápsula N°	1	2	3	4
Nombre Cápsula				
Número de golpes				
Peso de cápsula (gr)				
P. cap+suelo húmedo (gr)				
P. cap+suelo seco (gr)				
Humedad, w (%)	0.00%	0.00%	0.00%	

LIMITE PLASTICO

Cápsula N°	1	2
Nombre de cápsula		
Peso de cápsula (gr)		
P. cap+suelo húmedo (gr)		
P. cap+suelo seco (gr)		
Humedad, w (%)	0.00%	

RESULTADOS


LIMITE LIQUIDO (%)	0.00%
LIMITE PLASTICO (%)	0.00%
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

Ensayo efectuado al material pasante a la malla #40
La muestra se realizó en la copa de Casagrande
El suelo no presenta plasticidad NP



MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  GERARDO MAURICIO COAQUIRA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 280155

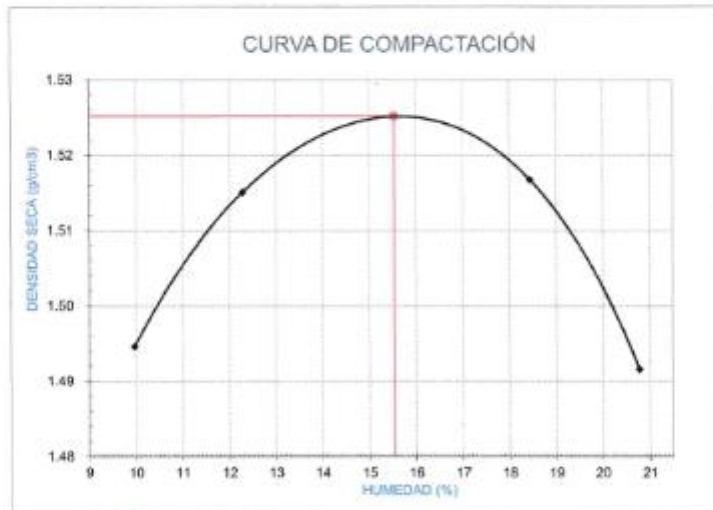
	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		Calicata	C-01
	RELACION DENSIDAD- HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO)		Fecha	19/06/2022
	MTC E 115		Página	1 de 1

Proyecto ESTABLECIMIENTO DE SUELOS (INCORPORACION) PULVERON PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VÍA LA ESTACION - CATARATAS DE CAPUA, ARDUBA
Descripción SUELO NATURAL CON EN ADICION DE PULVERON **Coordenadas** 500248.07 N
Solicitante KEVIN MARDUEZ - SHIRLEY CORNEJO **Profundidad** 21288.11 E
Ubicación VÍA HACIA CATARATAS DE CAPUA, V. JRA. - ARDUBA

Peso del molde (g)	3882.90	Altura (cm)	11.654	METODO	N° de capas	5	
Diametro (cm)	10.144	Volumen (cm³)	941.85	A	4"	Golpes * capa	25


Molde	1	2	3	4	5
Peso molde + suelo húmedo (gr)	5430.90	5485.20	5542.60	5574.90	5579.70
Peso molde (gr)	3882.90	3882.90	3882.90	3882.90	3882.90
Peso de suelo húmedo (gr)	1548.00	1602.30	1659.70	1692.00	1696.80
Volumen molde (cm³)	941.85	941.85	941.85	941.85	941.85
Densidad húmeda, Y (gr/cm³)	1.644	1.701	1.762	1.796	1.802

Capítulo N°	TP 15	TP 9	TP 11	TP 12	TP 16	TP 17	TP 4	TP 14	TP 21	TP 19
Peso capsula+suelo húmedo (gr)	49.30	54.47	46.40	46.17	54.50	51.24	57.41	53.32	55.54	55.43
Peso capsula+suelo seco (gr)	47.02	51.68	43.93	43.74	50.51	47.32	52.28	48.24	50.10	49.88
Peso de capsula (gr)	24.10	23.75	23.73	24.06	24.34	22.57	24.04	21.10	23.76	23.34
Contenido de Humedad (w%)	9.95	9.99	12.23	12.35	15.25	15.84	16.17	16.72	20.66	20.91
Humedad prom (w%)	9.97		12.29		15.54		16.44		20.78	
Densidad seca (gr/cm³)	1.495		1.515		1.525		1.517		1.492	



Humedad óptima (%)	15.54
Densidad seca máxima (g/cm³)	1.525

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  <hr/> GERARDO MARIANO COAGUIRA VALDMA Ingeniero Civil CIP N° 280155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		
	CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)		Calicata
	ASTM D 1883-16		Fecha
			Página
			C-01
			19/06/2022
			1 de 1

Proyecto	ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO PULITON PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VIA LA ESTACION - CATARATAS DE CAPIUA, AREQUIPA		
Descripción	SUELO NATURAL CON 5% ADICION DE PULITON	Coordenada	5202948.87 N
Solicitante	KEVIN MARQUEZ - SHIRLEY CORNEJO		212086.17 E
Ubicación	VIA HACIA CATARATAS DE CAPIUA - YURA - AREQUIPA	Profundidad	1.50 m

COMPACTACION C B R

Diametro del Pistón (mm)	49.63	Altura de disco espaciador (cm)	6.390
--------------------------	-------	---------------------------------	-------

MOLDE	MOLDE N°1	MOLDE N°2	MOLDE N°3			
N°Golp x Capa	10	25	56			
Altura Molde (cm)	17.769	17.769	17.769			
Diametro (cm)	15.189	15.189	15.189			
Peso del Molde (gr)	8439.00	8443.00	8285.00			
P. molde + suelo humedo (gr)	11687.00	11936.00	11943.00			
Peso de suelo humedo (gr)	3248.00	3493.00	3678.00			
Volumen molde (cm3)	2061.83	2061.83	2061.83			
Densidad humedo, Y (gr/cm3)	1.58	1.69	1.78			
Capsula N°	15	9	11	12	16	17
P. capsula+suelo humedo (gr)	50.51	47.32	52.28	48.24	50.10	49.88
Peso capsula+suelo seco (gr)	47.22	44.24	48.71	45.22	46.94	46.53
Peso de capsula (gr)	24.10	23.75	23.73	24.08	24.34	22.57
Contenido de Humedad (w%)	14.23	15.03	14.29	14.27	13.98	13.98
Humedad prom (w%)	14.63		14.28		13.98	
Densidad seca (gr/cm3)	1.374		1.482		1.565	

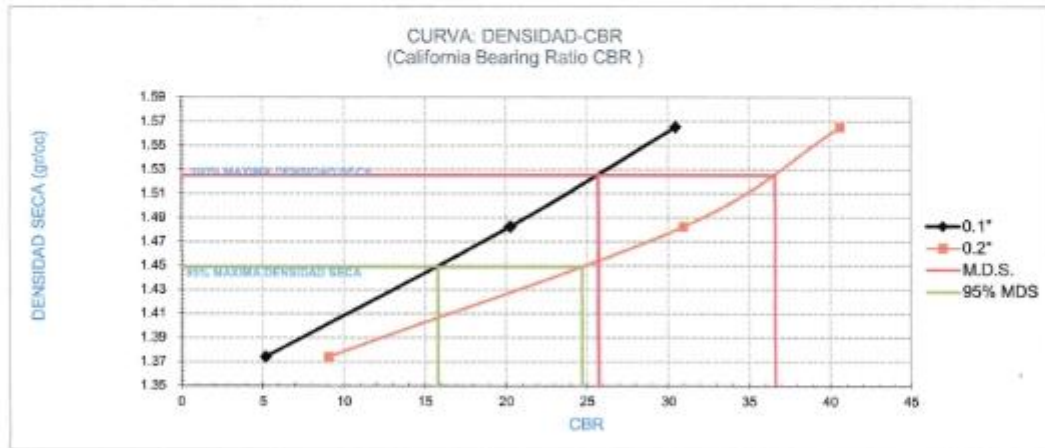
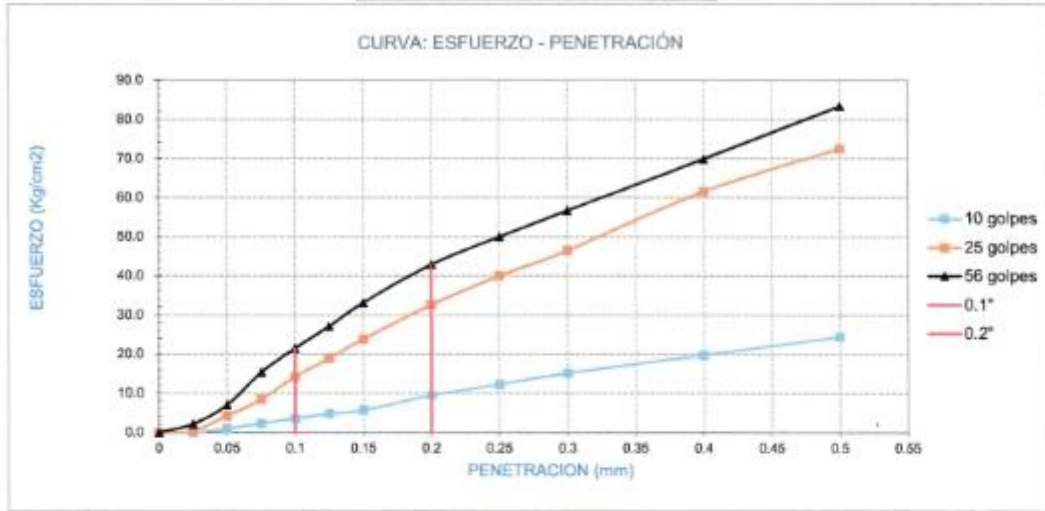
ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
(Hs)	(Dias)	Dial "0.001"	HINCHAMIENTO		Dial "0.001"	HINCHAMIENTO		Dial "0.001"	HINCHAMIENTO	
		"0.001"	mm	(%)	"0.001"	mm	(%)	"0.001"	mm	(%)
0	0	225	5.715	0.000	350	8.890	0.000	523	13.284	0.000
24	1	227	5.766	0.045	352	8.941	0.045	526	13.360	0.067
48	2	228	5.791	0.067	354	8.992	0.069	528	13.411	0.112
72	3	229	5.817	0.089	355	9.017	0.112	529	13.437	0.134
96	4	230	5.842	0.112	356	9.042	0.134	530	13.462	0.156

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
(mm)	(pulg)	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm2)	CBR %	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm2)	CBR %	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm2)	CBR %
0.00	0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.64	0.025	0.35	0.0		7.95	0.4		40.90	2.1	
1.27	0.050	20.49	1.1		83.23	4.3		136.23	7.0	
1.91	0.075	45.63	2.4		163.67	8.5		296.60	15.3	
2.54	0.100	70.75	3.7	5.20	275.91	14.3	20.28	414.26	21.4	30.46
3.18	0.125	93.56	4.8		366.45	18.9		524.64	27.1	
3.81	0.150	111.79	5.8		462.02	23.9		639.64	33.1	
5.08	0.200	184.59	9.5	9.05	631.17	32.6	30.94	828.83	42.8	40.63
6.35	0.250	239.05	12.4		773.19	40.0		965.92	49.9	
7.62	0.300	293.39	15.2		898.91	46.5		1094.56	56.6	
10.16	0.400	383.70	19.8		1190.41	61.5		1350.15	69.8	
12.70	0.500	473.69	24.5		1402.32	72.5		1611.38	83.3	

GRAFICOS



Densidad seca maxima (g/cm ³)	1.525	al 95%	1.449
---	-------	--------	-------

*M.D.S.: Maxima Densidad Seca, Dato del ensayo de Proctor Modificado

C.B.R. 0.1" Para el 100% de la M.D.S.	25.70%
C.B.R. 0.2" Para el 100% de la M.D.S.	36.60%

C.B.R. 0.1" Para el 95% de la M.D.S.	15.80%
C.B.R. 0.2" Para el 95% de la M.D.S.	24.70%

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
Vº DEL LABORATORIO	Firma
	 GERARDO MAURICIO COAQUIRA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 280155

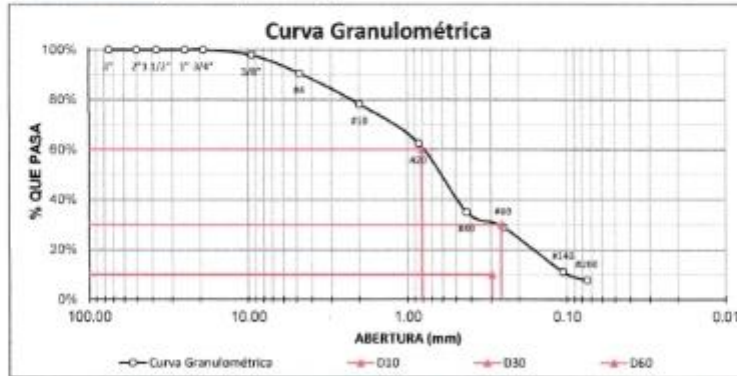
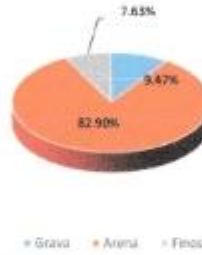
**INCORPORACION DE 10%
DE PULITON – C01**

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		
	ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107		Calicata: C-01
			Fecha: 19/06/2022
			Página: 1 de 1

Proyecto	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INGRESANDO PULVÓN PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VÍA LA ESTACION - CATAUNAS DE CAPAS ARELUSIA		
Descripción	SUELO NATURAL CON INFLUENCIA DE PULVÓN	Coordenadas	820948.57 N
Solicitante	CCOIB MARQUEZ - SHIRLEY OCHOA		212861.12 E
Ubicación	VIA HACIA CATAUNAS DE CAPAS - YUNA - ARGENTINA	Profundidad	1.3 m

PESO DE MUESTRA (gr)	
M. Seca	1563.00
M. Lavada	1491.30
Pérdida por lavado	71.70

ABERTURA (mm)	TAMIZ A.S.T.M	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RETENIDO ACUMULADO	(%) QUE PASA
75.00	3"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
50.00	2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
37.50	1 1/2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
25.00	1"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
19.00	3/4"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
9.50	3/8"	33.21	2.13%	2.13%	97.87%
4.750	#4	114.52	7.34%	9.47%	90.53%
2.000	#10	190.94	12.24%	21.72%	78.28%
0.850	#20	246.20	15.79%	37.50%	62.50%
0.425	#40	427.59	27.42%	64.92%	35.08%
0.250	#60	96.11	6.16%	71.08%	28.92%
0.106	#140	270.09	17.90%	88.98%	11.02%
0.075	#200	53.01	3.40%	92.37%	7.63%
FONDO + LAVADO		118.92	7.63%	100.00%	0.00%
TOTAL		1559.59	100.00%		



Tamaño Máximo Absoluto = 3/4"	D10 = 0.295 mm	Cu = 2.7
Tamaño Máximo Nominal = 3/8"	D30 = 0.250 mm	Cc = 0.280
	D60 = 0.811 mm	

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  GERARDO MAURICIO COAQUIRA VALDINA Ingeniero Civil CIP N° 280155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		Calicata	C-01
	DETERMINACION LIMITES DE CONSISTENCIA MTC E 110 - E 111		Fecha	19/06/2022
			Página	1 de 1
Proyecto	REESTRUCTURACION DE SUELOS INCORPORANDO PAVIMENTACION PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA TOR LA ESTACION - CASARATES DE CAPULA			
Descripción	SUELO NATURAL CON 1% REDUCCION DE PLASTICIDAD	Coordenadas	820041.87 N	
Solicitante	KEVIN MARQUEZ - SHIRLEY COPRICO		212986.17 E	
Ubicación	VAZ NADA CASARATES DE CAPULA, SUVA - BREGUZA	Profundidad	1.00 m	

LIMITE LIQUIDO

Cápsula N°	1	2	3	4
Nombre Cápsula				
Número de golpes				
Peso de cápsula (gr)				
P. cap+suelo húmedo(gr)				
P. cap+suelo seco (gr)				
Humedad, w (%)	0.00%	0.00%	0.00%	

LIMITE PLASTICO

Cápsula N°	1	2
Nombre de cápsula		
Peso de cápsula (gr)		
P. cap+suelo húmedo(gr)		
P. cap+suelo seco (gr)		
Humedad, w (%)	0.00%	

RESULTADOS


LIMITE LIQUIDO (%)	0.00%
LIMITE PLASTICO (%)	0.00%
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

Ensayo efectuado al material pasante a la malla #40
La muestra se realizó en la copa de Casagrande
El suelo no presenta plasticidad NP



MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
V°B° DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  GERARDO MAURICIO CORDERO VALDOVA Ingeniero Civil C.I.P. N° 280155

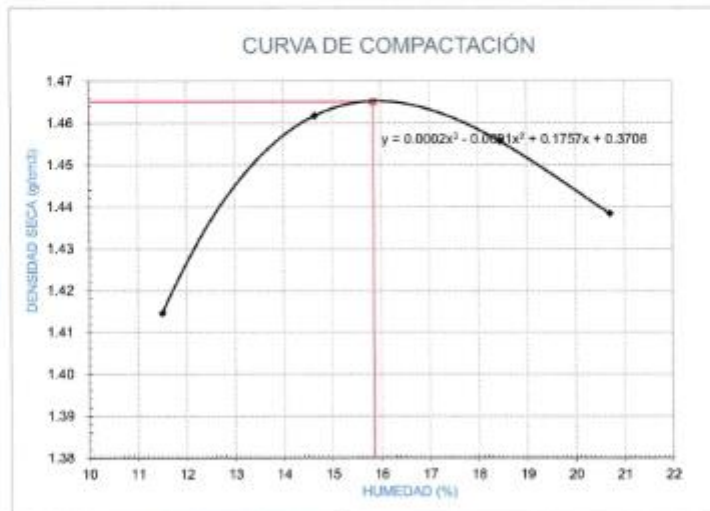
	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		Calicata	C-01
	RELACION DENSIDAD- HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO)		Fecha	19/06/2022
	MTC E 115		Página	1 de 1

Proyecto: ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO PULVÓN PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VÍA LA ESTACION - CATARATAS DE CÁPULA, AREQUIPA
Descripción: SUELO NATURAL CON 1% ADICION DE PULVÓN
Solicitante: HEYIN MARQUEZ - SIVRE Y CORNEJO
Ubicación: VÍA HACIA CATARATAS DE CÁPULA, YURA, AREQUIPA
Coordenadas: 12°05'48.31" N 74°28'51.17" E
Profundidad: 1.00 m

Peso del molde (g)	3882.90	Altura (cm)	11.854	METODO	N° de capas	5	
Diametro (cm)	10.144	Volumen(cm3)	941.85	A	4"	Golpes / capa	25

Molde	1	2	3	4	5
Peso molde + suelo húmedo (gr)	5368.40	5461.30	5506.80	5518.20	
Peso molde (gr)	3882.90	3882.90	3882.90	3882.90	
Peso de suelo húmedo (gr)	1485.50	1578.40	1623.90	1635.30	
Volumen molde (cm3)	941.85	941.85	941.85	941.85	
Densidad húmeda, Y (gr/cm3)	1.577	1.676	1.724	1.736	

Capsula N°	TP 20	TP 6	TP 27	TP 26	TP 17	TP 25	TP 23	TP 24
Peso capsula+suelo húmedo (gr)	56.19	57.70	55.60	61.58	56.36	56.69	59.14	61.45
Peso capsula+suelo seco (gr)	52.85	54.22	51.35	56.81	51.28	51.63	52.89	54.98
Peso de capsula (gr)	23.53	24.23	22.40	24.17	24.34	23.58	22.73	23.74
Contenido de Humedad (w%)	11.39	11.60	14.68	14.61	18.86	18.04	20.72	20.71
Humedad prom (w%)	11.50		14.85		18.45		20.72	
Densidad seca (gr/cm3)	1.415		1.462		1.456		1.438	



Humedad óptima (%)	15.85
Densidad seca máxima (g/cm3)	1.465

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
V°B° DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  <hr/> GERARDO MARICIO COAGUIRA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 260155



MARCOR CONSTRUCTORA SRL

CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)
ASTM D 1883-16

Calicata	C-01
Fecha	19/06/2022
Página	1 de 1

Proyecto	ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO PLASTON PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VIALA ESTACION CATARATAS DE CAPUA - AREQUIPA		
Descripción	SUELO NATURAL CON 15% ADICION DE PLASTON	Coordenadas	8282048.9 N 713988.17 E
Solicitante	KEVIN MARQUEZ - SHIRLEY CORNEJO	Profundidad	1.00 m
Ubicación	VIA HACIA CATARATAS DE CAPUA - YURA - AREQUIPA		

COMPACTACION C B R

Diametro del Pistón (mm)	40.63	Altura de disco espaciador (cm)	6.300
--------------------------	-------	---------------------------------	-------

MOLDE	MOLDE N°1		MOLDE N°2		MOLDE N°3	
N°Golp x Capa	10		25		56	
Altura Molde (cm)	17.769		17.769		17.769	
Diametro (cm)	15.189		15.189		15.189	
Peso del Molde (gr)	8439.00		8443.00		8265.00	
P. molde + suelo humedo (gr)	11648.00		11897.00		11903.00	
Peso de suelo humedo (gr)	3209.00		3454.00		3638.00	
Volumen molde (cm3)	2061.83		2061.83		2061.83	
Densidad humeda, Y (g/cm3)	1.56		1.68		1.76	
Capasula N°	20	6	27	26	17	25
P. capsula+suelo humedo (gr)	54.22	51.35	56.81	51.28	59.63	54.59
Peso capsula+suelo seco (gr)	50.19	47.70	52.20	47.78	55.06	50.69
Peso de capsula (gr)	23.53	24.23	22.40	24.17	24.34	23.58
Contenido de Humedad (w%)	15.12	15.55	15.47	14.82	14.86	14.39
Humedad prom (w%)	15.33		15.15		14.63	
Densidad seca (g/cm3)	1.349		1.465		1.539	

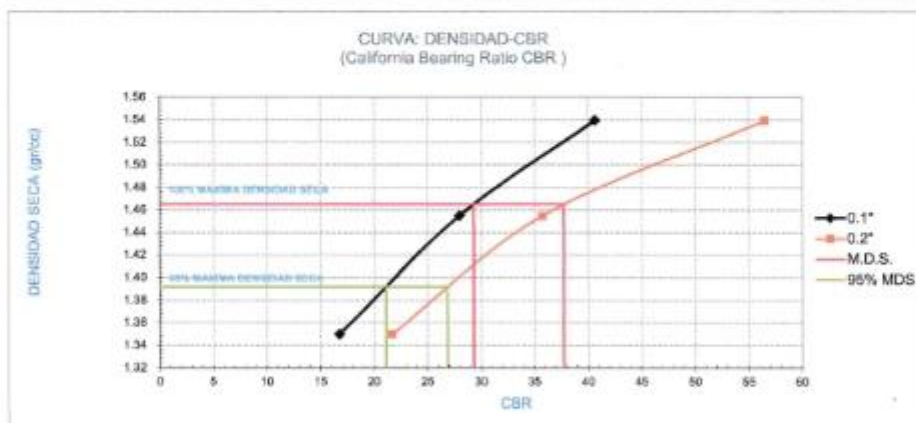
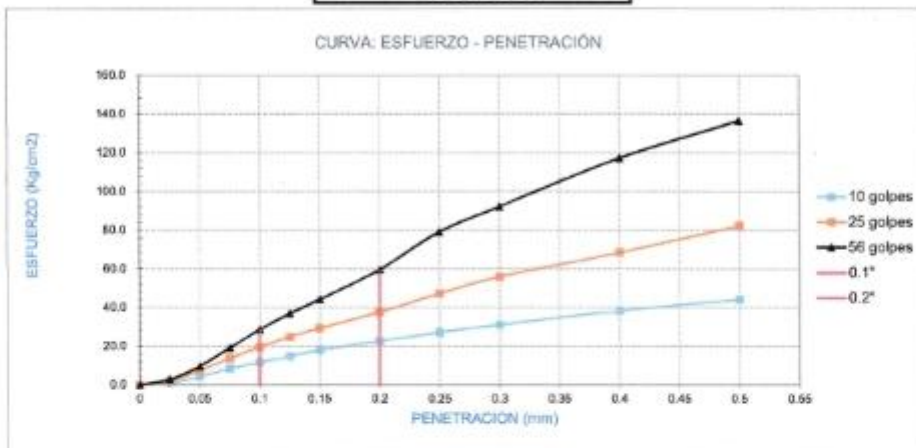
ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
(Hs)	(Dias)	Dial "0.001"	HINCHAMIENTO		Dial "0.001"	HINCHAMIENTO		Dial "0.001"	HINCHAMIENTO	
		mm	mm	(%)	mm	mm	(%)	mm	mm	(%)
0	0	187	4.750	0.000	324	8.230	0.000	505	12.827	0.000
24	1	190	4.826	0.067	327	8.306	0.067	508	12.903	0.067
48	2	193	4.902	0.134	331	8.407	0.166	510	12.964	0.112
72	3	194	4.928	0.166	333	8.458	0.201	513	13.030	0.179
96	4	195	4.953	0.179	334	8.484	0.223	514	13.056	0.201

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
(mm)	(pulg)	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm2)	CBR %	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm2)	CBR %	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm2)	CBR %
0.00	0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.64	0.025	23.03	1.2		38.45	2.0		53.86	2.8	
1.27	0.050	84.86	4.4		146.16	7.6		187.06	9.7	
1.91	0.075	166.63	8.6		268.74	13.9		370.48	19.2	
2.54	0.100	227.94	11.8	16.76	380.63	19.7	27.98	552.71	28.6	40.63
3.18	0.125	289.12	14.9		481.98	24.9		713.74	36.9	
3.81	0.150	350.16	18.1		567.84	29.4		853.96	44.1	
5.08	0.200	441.48	22.8	21.64	728.80	37.7	35.72	1152.36	59.6	56.48
6.35	0.250	527.46	27.3		913.86	47.2		1526.66	78.9	
7.62	0.300	603.12	31.2		1082.98	56.0		1780.63	92.0	
10.16	0.400	743.84	38.5		1325.22	68.5		2264.89	117.1	
12.70	0.500	853.96	44.1		1590.31	82.2		2639.44	136.4	


GRAFICOS



Densidad seca maxima (gr/cm ³)	1.465	al 95%	1.392
--	-------	--------	-------

*M.D.S.: Maxima Densidad Seca, Dato del ensayo de Proctor Modificado

C.B.R. 0.1" Para el 100% de la M.D.S.	29.30%
C.B.R. 0.2" Para el 100% de la M.D.S.	37.70%
C.B.R. 0.1" Para el 95% de la M.D.S.	21.10%
C.B.R. 0.2" Para el 95% de la M.D.S.	26.85%

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
<p style="text-align: center; font-size: small;">V°B° DEL LABORATORIO</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p style="text-align: center; font-size: small;">FIRMA</p> <p style="font-size: x-small;">Nombre y firma:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center; font-size: x-small;"> GERARDO MAURICIO COAGUIRA VALDWIN Ingeniero Civil CIP N° 280155 </p>

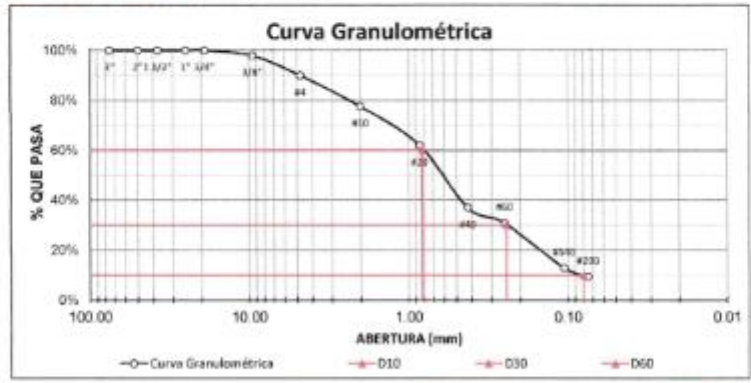
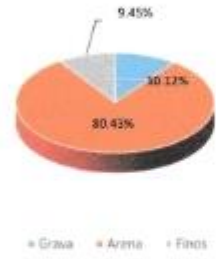
**INCORPORACION DE 15%
DE PULITON – C01**

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		
	ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107		Calicata: C-01
			Fecha: 19/06/2022
			Página: 1 de 1

Proyecto	ESTADILACION DE SUELOS INCORPORANDO PULITÓN PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VÍA LA ESTACION - CATASTROS DE CAPUA, AREQUIPA.		
Descripción	SUELO NATURAL CON 1% ADICION DE PULITON	Coordenadas	8203049.97 N
Solicitante	KEVIN MARQUEZ - SHIRLEY CORNEJO		212356.17 E
Ubicación	VIA ANDR CATASTROS DE CAPUA, TURA - AREQUIPA	Profundidad	1.5 m

PESO DE MUESTRA (gr)	
M. Seca	1550.00
M. Lavada	1450.00
Perdida por lavado	100.00

ABERTURA (mm)	TAMIZ A.S.T.M	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RETENIDO ACUMULADO	(%) QUE PASA
75.00	3"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
50.00	2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
37.50	1 1/2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
25.00	1"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
19.00	3/4"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
9.50	3/8"	33.21	2.13%	2.13%	97.87%
4.750	#4	124.52	7.99%	10.12%	89.88%
2.000	#10	190.94	12.26%	22.38%	77.62%
0.850	#20	246.20	15.80%	38.18%	61.82%
0.425	#40	367.59	24.88%	63.06%	36.94%
0.250	#60	95.11	6.17%	69.23%	30.77%
0.106	#140	279.09	17.91%	87.15%	12.85%
0.075	#200	53.01	3.40%	90.55%	9.45%
FONDO + LAVADO		147.22	9.45%	100.00%	0.00%
TOTAL		1557.89	100.00%		



Tamaño Máximo Absoluto = 3/4"	D10 = 0.080 mm	Cu = 10.2
Tamaño Máximo Nominal = 3/8"	D30 = 0.244 mm	Cc = 0.997
	D60 = 0.819 mm	

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  GERARDO MAURICIO CORDERO VALDIVIA Ingeniero Civil CIR Nº 280165

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		
	DETERMINACION LIMITES DE CONSISTENCIA MTC E 110 - E 111		Calicata: C-01
			Fecha: 19/06/2022
			Página: 1 de 1
Proyecto:	ESTABLECIMIENTO DE SUELOS INCORPORANDO PLATAN PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VÍA LA SITUACIÓN - CATAMAYAS DE CAPUA		
Descripción:	SUELO NATURAL CON SERVICIO DEL PLATAN	Coordenadas:	8812049.87 N
Solicitante:	KEVIN MARQUEZ - SHIRLEY CORNEJO		212886.17 E
Ubicación:	VIA VASO CATAMAYAS DE CAPUA - YUMB - AREQUIPA	Profundidad:	1.50 m

LIMITE LIQUIDO

Cápsula N°	1	2	3	4
Nombre Cápsula				
Número de golpes				
Peso de cápsula (gr)				
P. cap+suelo húmedo(gr)				
P.cap+suelo seco (gr)				
Humedad, w (%)	0.00%	0.00%	0.00%	

LIMITE PLASTICO

Cápsula N°	1	2
Nombre de cápsula		
Peso de cápsula (gr)		
P. cap+suelo húmedo(gr)		
P.cap+suelo seco (gr)		
Humedad, w (%)	0.00%	

RESULTADOS


LIMITE LIQUIDO (%)	0.00%
LIMITE PLASTICO (%)	0.00%
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

Ensayo efectuado al material pasando a la malla #40
 La muestra se realizó en la copa de Casagrande
El suelo no presenta plasticidad NP



MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  GERARDO MAURICIO COAQUIRA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 280155

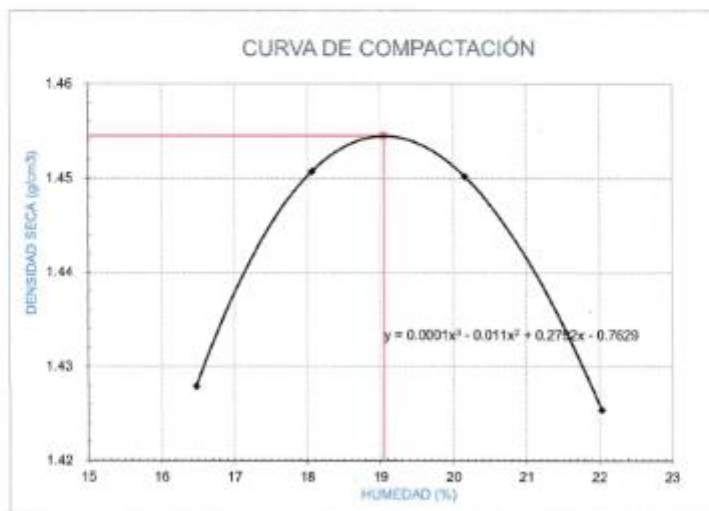
	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		
	RELACION DENSIDAD- HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO)		Calicata C-01
	MTC E 115		Fecha 19/06/2022
			Página 1 de 1

Proyecto: ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO PULVER PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VÍA LA ESTACION - CATARATAS DE CAPUA, AZUAY
Descripción: SUELO NATURAL CON 16% ADICION DE PULVER
Solicitante: REYN MARQUEZ - SHRELEY CORNEJO
Ubicación: VÍA HACIA CATARATAS DE CAPUA - VIALA - PRODUJA
Coordenadas: 020045.07 N
Profundidad: 1.70 m

Peso del molde (g)	3882.90	Altura (cm)	11.654	METODO	N° de capas	5
Diametro (cm)	10.144	Volumen (cm ³)	941.85	A 4'	Golpes * capa	25


Molde	1	2	3	4	5
Peso molde + suelo humedo (gr)	5449.40	5496.10	5524.10	5521.20	
Peso molde (gr)	3882.90	3882.90	3882.90	3882.90	
Peso de suelo humedo (gr)	1566.50	1613.20	1641.20	1638.30	
Volumen molde (cm ³)	941.85	941.85	941.85	941.85	
Densidad humeda, Y (g/cm ³)	1.663	1.713	1.743	1.739	

Capsula N°	TP 9	TP 8	TP 1	TP 4	TP 28	TP 30	TP 16	TP 12
Peso capsula + suelo humedo (gr)	56.07	57.41	56.77	59.41	58.62	57.82	54.47	56.86
Peso capsula + suelo seco (gr)	51.45	52.68	51.83	54.01	52.89	51.85	48.69	50.96
Peso de capsula (gr)	23.75	23.63	24.54	24.08	23.92	23.76	22.57	24.06
Contenido de Humedad (w%)	16.58	16.28	16.10	18.03	19.78	20.54	22.13	21.83
Humedad prom (W%)	16.48		16.07		20.18		22.03	
Densidad seca (g/cm ³)	1.428		1.451		1.450		1.425	



Humedad optima (%)	19.05
Densidad seca maxima (g/cm ³)	1.455

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
V°B° DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  GERARDO MAURICIO COAGUIRA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 280155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL			
	CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883-16		Calicata	C-01
			Fecha	19/06/2022
			Página	1 de 1

Proyecto	ESTRIBILACION DE SUELOS INCORPORANDO PULITON PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VIAL ESTACION CATARATAS DE CAPUA - AREQUIPA		
Descripción	SUELO NATURAL CON 15% ADICION DE PULITON	Coordenadas	5202083 N 243886 17 E
Solicitante	KEVIN MARQUEZ - SHIRLEY CORNEJO	Profundidad	1.50 m
Ubicación	VIA VIALIA CATARATAS DE CAPUA - VIALIA - AREQUIPA		

COMPACTACION C B R

Diametro del Pistón (mm)	49.63	Altura de disco compactador (cm)	6.390
--------------------------	-------	----------------------------------	-------

MOLDE	MOLDE N°1		MOLDE N°2		MOLDE N°3	
N°Golp x Capa	10		25		56	
Altura Molde (cm)	17.769		17.769		17.769	
Diametro (cm)	15.189		15.189		15.189	
Peso del Molde (gr)	8439.00		8443.00		8265.00	
P. molde + suelo humedo (gr)	11647.00		11931.00		11946.00	
Peso de suelo humedo (gr)	3208.00		3488.00		3681.00	
Volumen molde (cm3)	2061.83		2061.83		2061.83	
Densidad humeda, Y (gr/cm3)	1.56		1.69		1.79	
Capasula N°	9	8	1	4	26	30
P. capsula+suelo humedo (gr)	52.68	51.83	54.01	51.85	48.69	50.96
Peso capsula+suelo seco (gr)	48.11	47.37	49.41	47.62	44.92	46.87
Peso de capsula (gr)	23.75	23.63	24.54	24.06	23.92	23.76
Contenido de Humedad (w%)	18.76	18.79	18.50	17.95	17.95	17.70
Humedad prom (w%)	18.77		18.23		17.93	
Densidad seca (gr/cm3)	1.318		1.431		1.515	

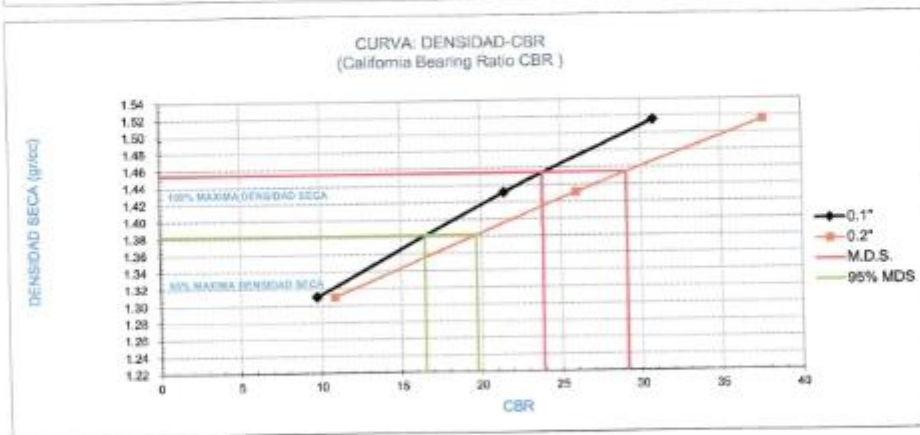
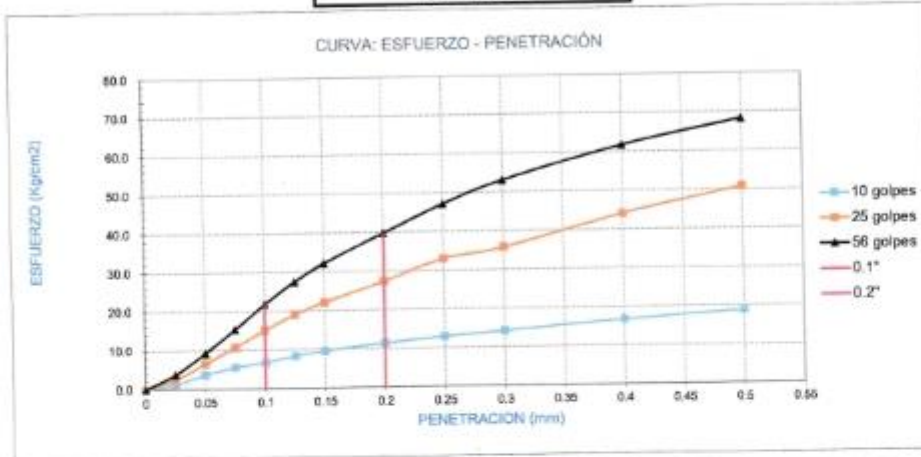
ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
(Hrs)	(Dias)	Dial "0.001"	HINCHAMIENTO		Dial "0.001"	HINCHAMIENTO		Dial "0.001"	HINCHAMIENTO	
			mm	(%)		mm	(%)		mm	(%)
0	0	147	3.734	0.000	285	7.239	0.000	539	13.691	0.000
24	1	153	3.896	0.134	282	7.417	0.156	544	13.818	0.112
48	2	157	3.988	0.223	297	7.544	0.268	547	13.894	0.179
72	3	160	4.064	0.290	300	7.620	0.335	550	13.970	0.246
96	4	161	4.069	0.313	300	7.620	0.335	552	14.021	0.290

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
(mm)	(psig)	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm2)	CBR %	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm2)	CBR %	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm2)	CBR %
0.00	0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.64	0.025	25.34	1.3		50.12	2.6		74.02	3.8	
1.27	0.050	73.07	3.8		127.22	6.6		178.83	9.2	
1.91	0.075	108.77	5.6		206.78	10.7		294.74	15.2	
2.54	0.100	132.52	6.9	9.74	291.58	15.1	21.44	419.02	21.7	30.81
3.18	0.125	162.17	8.4		367.53	19.0		530.49	27.4	
3.81	0.150	185.85	9.6		426.36	22.0		620.04	32.1	
5.08	0.200	221.30	11.4	10.85	529.53	27.4	25.96	767.50	39.7	37.62
6.35	0.250	250.78	13.0		637.65	33.0		909.17	47.0	
7.62	0.300	274.34	14.2		690.10	35.7		1024.58	53.0	
10.16	0.400	324.27	16.6		852.09	44.0		1192.08	61.6	
12.70	0.500	365.29	18.9		982.97	50.8		1319.90	68.2	

GRAFICOS



Densidad seca maxima (g/cm ³)	1.455	al 95%	1.382
---	-------	--------	-------

*M.D.S.: Maxima Densidad Seca, Dato del ensayo de Proctor Modificado

C.B.R. 0.1" Para el 100% de la M.D.S.	23.85%
C.B.R. 0.2" Para el 100% de la M.D.S.	29.10%
C.B.R. 0.1" Para el 95% de la M.D.S.	16.50%
C.B.R. 0.2" Para el 95% de la M.D.S.	19.70%

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO 	FIRMA Nombre y firma:  GERARDO MAURICIO COAGUIRA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 280155

CALICATA 02

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL			
	DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD MTC E 198		Calicata	C-02
			Fecha	19/09/2022
			Página	1 de 1
Proyecto	ESTABLECIMIENTO DE BASES DE INCORPORACION DE PULVERIZACION PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA			
Descripción	ESTACION - CATARATAS DE CAPSA, AREGUIPA SUELO NATURAL, CON INCORPORACION DE PULVERIZACION		Coordenadas	320995.10 N 200300.00 E
Solicitante	JEAN MARQUEZ - SHIRLEY CORNEJO		Profundidad:	1.00 m
Ubicación de Proyecto	VIA RASDA CATARATAS DE CAPSA - YPARÁ - AREGUIPA			

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	MUESTRA		
			1	2	3
1	Nro. De Ensayo	-	1	2	3
2	Nombre de Recipiente	-	TG-5	TG-1	TG-8
3	Masa del Recipiente	g	124.32	123.35	124.16
4	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	313.16	300.23	305.62
5	Masa del Recipiente + muestra seca	g	305.78	292.35	297.98
6	Contenido de Humedad Parcial	%	4.1	4.7	4.5
7	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	4.4		

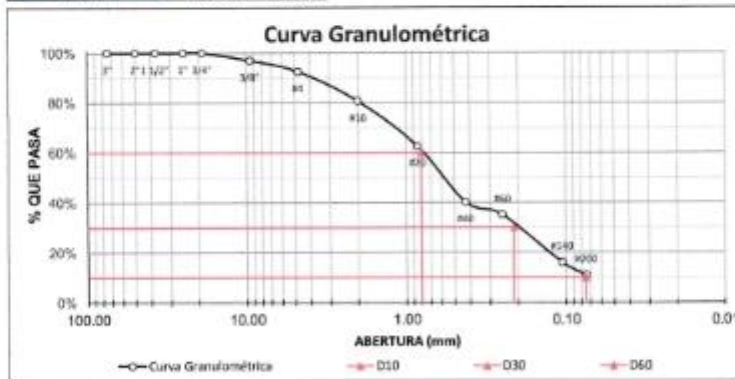
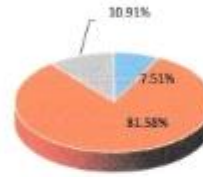
MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO 	FIRMA Nombre y firma:  <hr/> GERARDO NARCISO COAGUARA VALDOVA Ingeniero Civil CIP N° 280155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		
	ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107		Calicata: C-02
			Fecha: 19/06/2022
			Página: 1 de 1

Proyecto	ESTABLECIMIENTO DE SUELOS INCORPORANDO PULITON PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VIALA ESTACION - CATARATAS DE CAPUA, AREGUAYÁ		
Descripción	SUELO NATURAL CON 1% ADICION DE PULITON	Coordenadas	8702058.67 N
Solicitante	SEVILMARSAJAZ - SHERLEY CORNEJO		212328.67 E
Ubicación	VIALA HORAS CATARATAS DE CAPUA - YURÁ - AREGUAYÁ	Profundidad	1.30 m

PESO DE MUESTRA (gr)	
M. Seca	1583.00
M. Lavada	1453.61
Perdida por lavado	129.39

ABERTURA (mm)	TAMIZ A.S.T.M	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RETENIDO ACUMULADO	(%) QUE PASA
75.00	3"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
50.00	2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
37.50	1 1/2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
25.00	1"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
19.00	3/4"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
9.50	3/8"	49.03	3.10%	3.10%	96.90%
4.750	#4	69.72	4.41%	7.51%	92.49%
2.000	#10	168.51	11.90%	19.32%	80.68%
0.850	#20	287.06	18.18%	37.48%	62.52%
0.425	#40	353.68	22.38%	59.86%	40.14%
0.250	#60	81.24	5.14%	65.00%	35.00%
0.106	#140	300.63	19.02%	84.02%	15.98%
0.075	#200	80.12	5.07%	89.09%	10.91%
FONDO + LAVADO		172.38	10.91%	100.00%	0.00%
TOTAL		1580.37	100.00%		



Tamaño Máximo Absoluto = 3/4"	D10 = 0.075 mm	Cu = 10.7
Tamaño Máximo Nominal = 3/8"	D30 = 0.212 mm	Cc = 0.748
	D60 = 0.802 mm	

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  <hr/> GERARDO MALFRANCO CAGAQUIRÁ VALDIMIA Ingeniero Civil C.I.P. N° 280155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		
	DETERMINACION LIMITES DE CONSISTENCIA MTC E 110 - E 111		Calicata: C-02
			Fecha: 19/06/2022
			Página: 1 de 1
Proyecto	ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO PULVERES FINOS EN EL TIPO DE PAVIMENTO DE LA VILLA ESTACION - CANTONAZO DE CAPUA		
Descripción	SUELO NATURAL CON 1% ADICION DE TRUSTON	Coordenadas	8200910.07 N 212529.87 E
Solicitante	REYNALDO REYES - SHIRLEY CORNEJO	Profundidad	1.50 m
Ubicación	VIALINDA CANTONAZO DE CAPUA - VIALINDA - AREQUIPA		

LIMITE LIQUIDO

Cápsula N°	1	2	3	4
Nombre Cápsula				
Número de golpes				
Peso de cápsula (gr)				
P. cap+suelo húmedo(gr)				
P. cap+suelo seco (gr)				
Humedad, w (%)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

LIMITE PLASTICO

Cápsula N°	1	2
Nombre de cápsula		
Peso de cápsula (gr)		
P. cap+suelo húmedo(gr)		
P. cap+suelo seco (gr)		
Humedad, w (%)	0.00%	0.00%

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO (%)	0.00%
LIMITE PLASTICO (%)	0.00%
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

Ensayo efectuado al material pasante a la malla #40
La muestra se realizó en la copa de Casagrande
El suelo no presenta plasticidad NP



MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
V°B° DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  GERARDO MAURICIO COAGUÑA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 280155

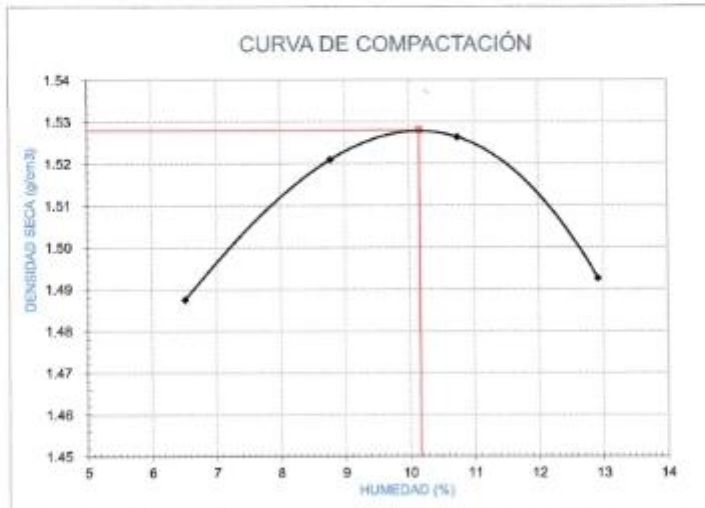
	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		Calicata	C-02
	RELACION DENSIDAD- HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO)		Fecha	19/06/2022
	MTC E 115		Página	1 de 1

Proyecto ESTABLACION DE SUELOS INCORPORANDO FULTON PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VIAL ESTACION - CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA
Descripción SUELO NATURAL CON INADICION DE FULTON **Coordenadas** 870255.67 N
Solicitante KEVIN MARQUEZ - SHIRLEY CORREJO **E** 212539.97 E
Ubicación VIAL HACIA CATARATAS DE CAPUA, YURA - AREQUIPA **Profundidad** 1.00 m

Peso del molde (g)	3882.90	Albura (cm)	11.654	METODO	N° de capas	5	
Diametro (cm)	10.144	Volumen(cm ³)	941.85	A	4"	Golpes / capa	25

Molde	1	2	3	4	5
Peso molde + suelo húmedo (gr)	5375.10	5441.20	5474.90	5470.20	
Peso molde (gr)	3882.90	3882.90	3882.90	3882.90	
Peso de suelo húmedo (gr)	1492.20	1558.30	1592.00	1587.30	
Volumen molde (cm ³)	941.85	941.85	941.85	941.85	
Densidad húmeda, Y (gr/cm ³)	1.584	1.655	1.690	1.685	

Capsula N°	TP10	TP8	TP3	TP7	TP4	TP5	TP1	TP2
Peso capsula+suelo húmedo (gr)	58.38	55.74	56.31	56.39	59.00	56.78	60.01	59.35
Peso capsula+suelo seco (gr)	56.18	53.88	55.52	55.68	55.63	52.65	55.94	55.32
Peso de capsula (gr)	24.20	23.64	24.37	24.19	24.04	23.73	24.54	24.02
Contenido de Humedad (w%)	6.88	6.15	8.96	8.61	10.67	10.82	12.96	12.88
Humedad prom (w%)	6.52		8.78		10.75		12.92	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.487		1.521		1.526		1.492	



Humedad óptima (%)	10.16
Densidad seca máxima (g/cm ³)	1.528

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
V°B° DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  ----- GERARDO MALTRICIO CORQUIRA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 280155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		
	CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)		Calicata
	ASTM D 1883-16		C-02
			Fecha
			19/06/2022
		Página	1 de 1
Proyecto	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PLUTON PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VÍA LA ESTACION - CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA		
Descripción	SUELO NATURAL CON 5% ADICIÓN DE PLUTON		
Solicitante	HEVYI MARGLEZ - SHIRLEY CORNEJO	Coordenadas	820299.67 N 213508.67 E
Ubicación	VIA HACIA CATARATAS DE CAPUA, YURA - AREQUIPA	Profundidad	1.50 m

COMPACTACION C B R

Diametro del Pistón (mm)	49.83	Altura de disco espaciador (cm)	6.390
--------------------------	-------	---------------------------------	-------

MOLDE	MOLDE N°1		MOLDE N°2		MOLDE N°3	
N°Golp x Carga	10		25		56	
Altura Molde (cm)	17.769		17.769		17.769	
Diametro (cm)	15.189		15.189		15.189	
Peso del Molde (gr)	8438.00		8441.00		8264.00	
P. molde + suelo humedo (gr)	11588.00		11880.00		11856.00	
Peso de suelo humedo (gr)	3150.00		3419.00		3592.00	
Volumen molde (cm3)	2061.83		2061.83		2061.83	
Densidad humeda, Y (gr/cm3)	1.53		1.66		1.74	
Capas N°	1	2	3	4	5	7
P. capas+suelo humedo (gr)	55.68	55.63	51.65	51.94	58.31	58.39
Peso capas+suelo seco (gr)	52.88	52.85	49.36	49.31	55.37	55.42
Peso de capas (gr)	24.54	24.02	24.37	24.04	23.73	24.19
Contenido de Humedad (w%)	9.66	9.64	9.16	10.41	9.29	9.51
Humedad prom (w%)	9.76		9.79		9.40	
Densidad seca (gr/cm3)	1.392		1.510		1.592	

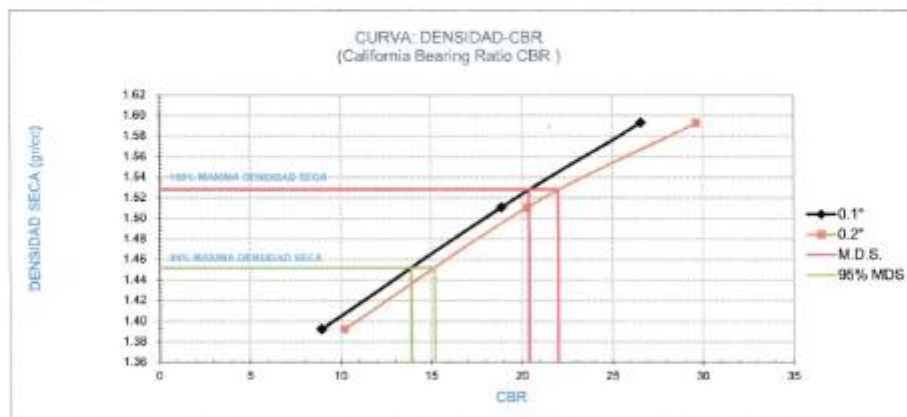
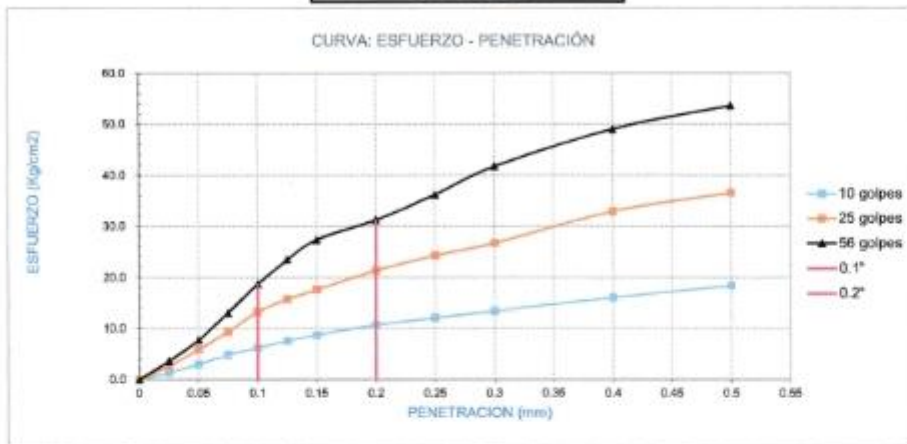
ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N°1				MOLDE N°2				MOLDE N°3			
(Hrs)	(Dias)	Dial *0.001*	HINCHAMIENTO		Dial *0.001*	HINCHAMIENTO		Dial *0.001*	HINCHAMIENTO				
			mm	(%)		mm	(%)		mm	(%)			
0	0	224	5.690	0.000	315	8.001	0.000	492	12.497	0.000			
24	1	227	5.766	0.067	319	8.103	0.089	493	12.522	0.022			
48	2	228	5.791	0.089	322	8.179	0.156	498	12.649	0.134			
72	3	230	5.842	0.134	323	8.204	0.179	499	12.675	0.156			
96	4	231	5.867	0.156	324	8.230	0.201	500	12.700	0.179			

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
(mm)	(pulg)	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm2)	CBR %	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm2)	CBR %	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm2)	CBR %
0.00	0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.64	0.025	27.97	1.4		52.61	2.7		69.82	3.6	
1.27	0.050	59.27	3.1		114.83	5.9		149.95	7.8	
1.91	0.075	94.94	4.8		181.84	9.4		252.67	13.1	
2.54	0.100	121.62	6.3	8.94	256.68	13.3	18.87	361.61	18.7	26.99
3.18	0.125	148.25	7.7		305.07	15.8		453.57	23.4	
3.81	0.150	170.40	8.8		340.72	17.6		529.29	27.4	
5.08	0.200	267.95	10.7	10.19	413.82	21.4	20.28	604.17	31.2	29.61
6.35	0.250	234.40	12.1		469.94	24.3		700.09	36.2	
7.62	0.300	290.79	13.5		517.57	26.8		806.22	41.7	
10.16	0.400	311.22	16.1		637.01	32.9		948.22	49.0	
12.70	0.500	357.10	18.5		708.65	36.6		1037.40	53.6	

GRAFICOS



Densidad seca maxima (g/cm ³)	1.528	al 95%	1.452
---	-------	--------	-------

*M.D.S.: Maxima Densidad Seca, Dato del ensayo de Proctor Modificado

C.B.R. 0.1" Para el 100% de la M.D.S.	20.40%
C.B.R. 0.2" Para el 100% de la M.D.S.	22.00%
C.B.R. 0.1" Para el 95% de la M.D.S.	13.90%
C.B.R. 0.2" Para el 95% de la M.D.S.	15.20%

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
<p style="text-align: center; font-size: small;">VºBº DEL LABORATORIO</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p style="text-align: center; font-size: small;">FIRMA</p> <p style="font-size: x-small;">Nombre y firma:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="font-size: x-small;">GERARDO MAURICIO COAQUIRA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 280155</p>

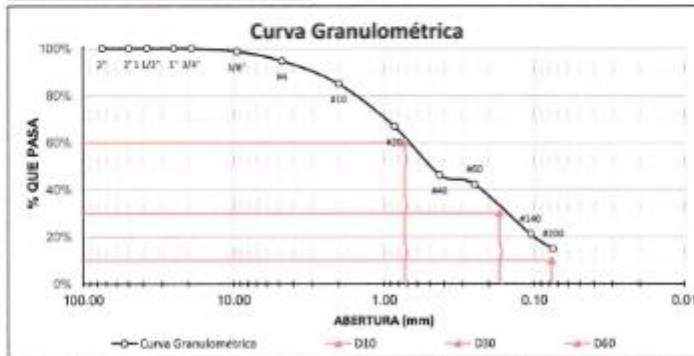
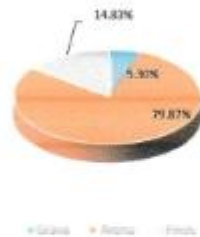
**INCORPORACION DE 5% DE
PULITON – C02**

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		Calicata	C-02
	ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107		Fecha	19/06/2022
			Página	1 de 1

Proyecto	ESTRATEGIA DE BARRIOS ACORDEONADOS FUJICÓN PARA EL COMPLEJO DE TRATAMIENTO DE LA AGUA EXTENSIÓN CAPACIDAD DE CAPTA. SUCRE/PS		
Descripción	SUELO NATURAL CON PRESENCIA DE FULICÓN	Coordenadas	8709591.67 N
Solicitante	INVI S.A. SUCRE		272210.67 E
Ubicación	EN MARCO DE OBRAS DE CAPTA. FUJICÓN - AGUAS/PS	Profundidad	1.00 m

PESO DE MUESTRA (gr)	
M. Seca	1503.00
M. Lavada	1405.61
Perdida por lavado	177.19

ABERTURA (mm)	TAMIZ A.S.T.M	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RETENIDO ACUMULADO	(%) QUE PASA
75.00	3"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
50.00	2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
37.50	1 1/2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
25.00	1"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
19.00	3/4"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
9.50	3/8"	19.03	1.20%	1.20%	98.80%
4.750	#4	64.72	4.09%	5.30%	94.70%
2.000	#10	152.91	9.67%	14.97%	85.03%
0.850	#20	287.06	18.16%	33.13%	66.87%
0.425	#40	324.66	20.54%	53.67%	46.33%
0.250	#60	84.24	4.06%	57.73%	42.27%
0.106	#140	333.63	21.11%	78.84%	21.16%
0.075	#200	100.12	6.33%	85.17%	14.83%
FONDO + LAVADO		234.38	14.83%	100.00%	0.00%
TOTAL		1580.77	100.00%		



Tamaño Máximo Absoluto = 3/4"	D10 = 0.075 mm	Cu = 9.4
Tamaño Máximo Nominal = 3/8"	D30 = 0.156 mm	Cc = 0.521
	D60 = 0.708 mm	

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
Vº DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  SERVICIO TÉCNICO CONSULTA VULNERA Ingeniero Civil CIP N° 250155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		Calicata	C-02	
	DETERMINACION LIMITES DE CONSISTENCIA MTC E 110 - E 111		Fecha	19/06/2022	
			Página	1 de 1	
Proyecto	INSTALACION DE ALUMBRADO PUBLICO PARA EL DISTRITO DE TRUJILLO DE LA VILLA ESTACION - TERRAPLEN DE CASAS				
Descripción	SUELO NATURAL CON FUERZA DE ALICATA			Coordenadas	ACQUERST N
Solicitante	SEMINARIO S.R.L. TRUJILLO DE LA VILLA				11075887 1
Ubicación	TRUJILLO DE LA VILLA DE CASAS, TRUJILLO, PERU			Profundidad	1.00 m

LIMITE LIQUIDO

Cápsula N°	1	2	3	4
Nombre Cápsula				
Número de golpes				
Peso de cápsula (gr)				
P. cap+suelo húmedo(gr)				
P. cap+suelo seco (gr)				
Humedad, u (%)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

LIMITE PLASTICO

Cápsula N°	1	2
Nombre de cápsula		
Peso de cápsula (gr)		
P. cap+suelo húmedo(gr)		
P. cap+suelo seco (gr)		
Humedad, u (%)	0.00%	0.00%

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO (%)	0.00%
LIMITE PLASTICO (%)	0.00%
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

Ensayo efectuado al material pasante a la malla #40
 La muestra se realizó en la copa de Casagrande
 El suelo no presenta plasticidad WP



MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma: <i>Gerardo</i> GERARDO WALTER COAGUIRA WALDINA Ingeniero Civil CIP N° 250155

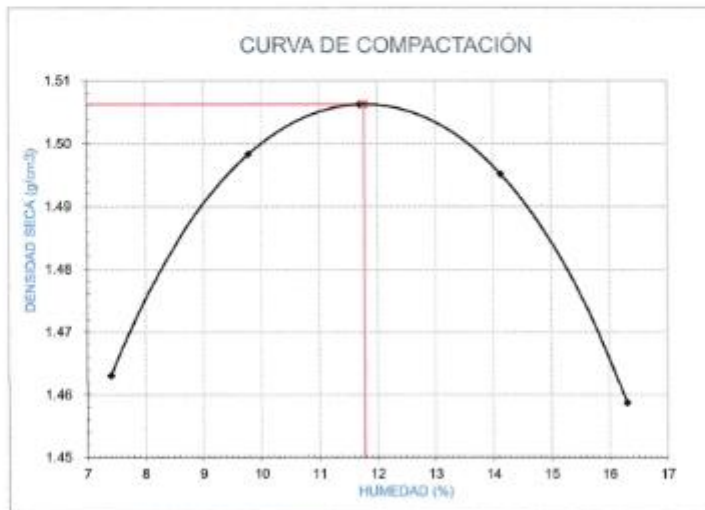
	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		Calicata	C-02
	RELACION DENSIDAD- HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO)		Fecha	19/06/2022
	MTC E 115		Página	1 de 1

Proyecto	ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO PULVERON PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VIAL ESTACION - CATAFATAS DE CAPUA, ARGENTINA			
Descripción	SUELO NATURAL CON ADICION DE PULVERON	Coordenadas	800299.67	N
Solicitante	KEVIN MARQUEZ - SHIRLEY CORNEJO		212939.87	E
Ubicación	VIA PAVIA CATAFATAS DE CAPUA, PURA, ARGENTINA	Profundidad	1.50	m

Peso del molde (g)	3882.90	Altura (cm)	11.654	METODO	N° de capas	5	
Diametro (cm)	10.144	Volumen(cm3)	941.85	A	4"	Golpes * capa	25


Molde	1	2	3	4	5
Peso molde + suelo humedo (gr)	5362.80	5432.20	5467.60	5480.10	5480.70
Peso molde (gr)	3882.90	3882.90	3882.90	3882.90	3882.90
Peso de suelo humedo (gr)	1480.00	1549.30	1584.70	1607.20	1597.80
Volumen molde (cm3)	941.85	941.85	941.85	941.85	941.85
Densidad humeda, Y (gr/cm3)	1.571	1.645	1.683	1.706	1.696

Capsula N°	TP 15	TP 9	TP 11	TP 12	TP 16	TP 17	TP 4	TP 14	TP 21	TP 19
Peso capsula+suelo humedo (gr)	49.30	54.47	46.40	46.17	54.50	51.24	57.41	53.32	55.54	55.43
Peso capsula+suelo seco (gr)	47.49	52.44	44.43	44.15	51.41	48.17	53.27	49.34	51.08	50.94
Peso de capsula (gr)	24.10	23.75	23.73	24.06	24.34	22.57	24.04	21.10	23.76	23.34
Contenido de Humedad (w%)	7.74	7.08	9.52	10.05	11.41	11.99	14.16	14.09	16.33	16.27
Humedad prom (w%)	7.41		9.79		11.70		14.13		16.30	
Densidad seca (gr/cm3)	1.463		1.498		1.506		1.495		1.459	



Humedad óptima (%)	11.78
Densidad seca máxima (g/cm3)	1.506

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
V°B° DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  <hr/> GERARDO MAURICIO COADURA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 280155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL			
	CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)		Calicata	C-02
	ASTM D 1883-16		Fecha	19/06/2022
			Página	1 de 1

Proyecto	ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO PULITON PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VIA LA ESTACION CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA		
Descripción	SUELO NATURAL CON 6% ADICION DE PULITON	Coordenadas	820299.87 N
Solicitante	KEVIN MARQUEZ - SHIPLEY CORSEJO		212094.87 E
Ubicación	VIA HACIA CATARATAS DE CAPUA, YURA - AREQUIPA	Profundidad	1.50 m

COMPACTACION C B R

Diametro del Plátón (mm)	49.83	Altura de disco espaciador (cm)	6.390
--------------------------	-------	---------------------------------	-------

MOLDE	MOLDE N°1	MOLDE N°2	MOLDE N°3			
N°Grip + Caps	10	25	56			
Altura Molde (cm)	17.769	17.769	17.769			
Diametro (cm)	15.189	15.189	15.189			
Peso del Molde (gr)	8438.00	8441.00	8264.00			
P. molde + suelo húmedo (gr)	11648.00	11845.00	11791.00			
Peso de suelo húmedo (gr)	3210.00	3404.00	3527.00			
Volumen molde (cm ³)	2061.83	2061.83	2061.83			
Densidad húmeda, Y (gr/cm ³)	1.56	1.65	1.71			
Capasula N°	11	12	16	17	4	14
P. capsula+suelo húmedo (gr)	57.93	54.44	60.93	56.85	58.71	58.87
Peso capsula+suelo seco (gr)	54.50	51.24	57.41	53.32	55.54	55.43
Peso de capsula (gr)	23.73	24.06	24.34	22.57	24.04	21.10
Contenido de Humedad (w%)	11.15	11.77	10.64	10.83	10.06	10.02
Humedad prom (w%)	11.46		10.74		10.04	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.397		1.491		1.555	

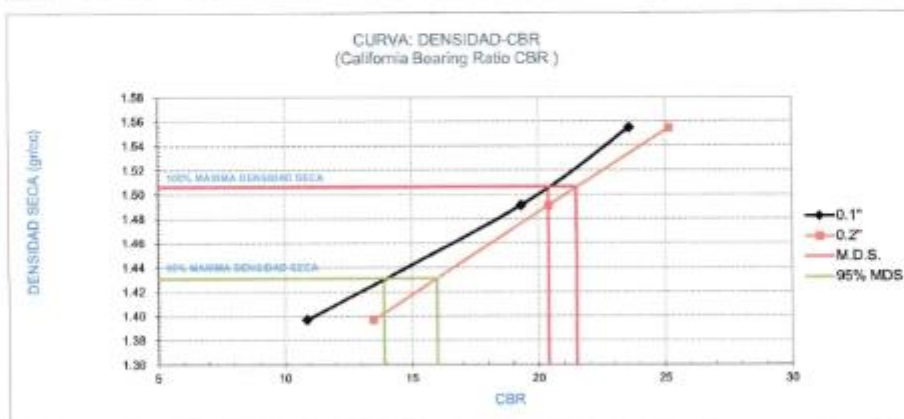
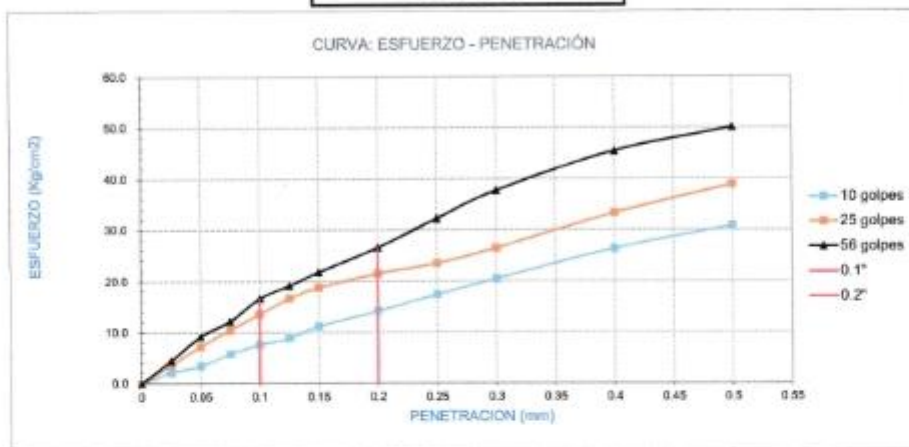
ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
(Hrs)	(Días)	Dial "0.001"	HINCHAMIENTO		Dial "0.001"	HINCHAMIENTO		Dial "0.001"	HINCHAMIENTO	
		mm	mm	(%)	mm	mm	(%)	mm	mm	(%)
0	0	110	2.794	0.000	214	5.436	0.000	535	13.589	0.000
24	1	117	2.972	0.156	220	5.588	0.134	539	13.691	0.089
48	2	118	2.997	0.179	222	5.639	0.179	541	13.741	0.134
72	3	118	2.997	0.179	223	5.664	0.201	548	13.919	0.290
96	4	119	3.023	0.201	224	5.690	0.223	548	13.919	0.290

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
(mm)	(psig)	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	CBR %	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	CBR %	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	CBR %
0.00	0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.64	0.025	42.58	2.2		71.44	3.7		86.53	4.5	
1.27	0.050	67.66	3.5		139.00	7.2		177.61	9.2	
1.91	0.075	112.75	5.8		202.97	10.5		235.20	12.2	
2.54	0.100	147.76	7.6	10.86	262.75	13.6	19.32	320.91	16.6	23.59
3.18	0.125	172.74	8.9		321.53	16.6		369.89	19.1	
3.81	0.150	217.65	11.3		363.35	18.8		420.54	21.7	
5.08	0.200	274.93	14.2	13.48	416.27	21.5	20.40	513.20	26.5	25.15
6.35	0.250	337.05	17.4		465.62	23.6		623.31	32.2	
7.62	0.300	396.56	20.5		511.94	26.5		728.64	37.7	
10.16	0.400	510.26	26.4		644.67	33.3		878.57	45.4	
12.70	0.500	597.05	30.9		753.13	38.9		968.77	50.1	

GRAFICOS



Densidad seca máxima (g/cm³)	1.506	al 95%	1.431
------------------------------	-------	--------	-------


*M.D.S.: Máxima Densidad Seca, Dato del ensayo de Proctor Modificado

C.B.R. 0.1" Para el 100% de la M.D.S.	20.40%
C.B.R. 0.2" Para el 100% de la M.D.S.	21.50%

C.B.R. 0.1" Para el 95% de la M.D.S.	13.90%
C.B.R. 0.2" Para el 95% de la M.D.S.	16.00%

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
<p style="text-align: center; font-size: small;">V°B° DEL LABORATORIO</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p style="text-align: center; font-size: small;">FIRMA</p> <p style="font-size: x-small;">Nombre y firma: <i>Gerardo</i></p> <hr style="border: 0.5px dashed black;"/> <p style="text-align: center; font-size: x-small;">GERARDO MAURICIO COACHIRA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 280155</p>

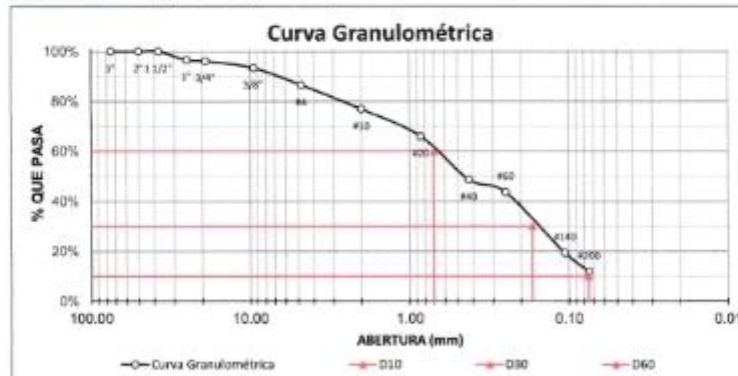
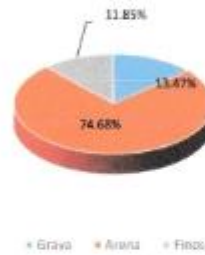
**INCORPORACION DE 10%
DE PULITON – C02**

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL	Calicata	C-02
	ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107	Fecha	19/06/2022
		Página	1 de 1

Proyecto	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULVERÍEN PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VÍA LA ESTACION - CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA		
Descripción	SUELO NATURAL CON 10% ADICIÓN DE PULVERÍEN	Coordenadas	2007989.57 N
Solicitante	KEVIN MARQUEZ, DIRLEY CORNEJO		212520.87 E
Ubicación	VIA HACIA CATARATAS DE CAPUA, VILLA - AREQUIPA	Profundidad	1.30 m

PESO DE MUESTRA (gr)	
M. Seca	1498.00
M. Lavada	1460.81
Perdida por lavado	37.19

ABERTURA (mm)	TAMIZ A.S.T.M	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RETENIDO ACUMULADO	(%) QUE PASA
75.00	3"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
50.00	2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
37.50	1 1/2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
25.00	1"	51.06	3.41%	3.41%	96.59%
10.00	3/4"	6.92	0.46%	3.87%	96.13%
9.50	3/8"	40.87	2.73%	6.60%	93.40%
4.750	#4	102.80	6.87%	13.47%	86.53%
2.000	#10	143.05	9.56%	23.03%	76.97%
0.850	#20	164.13	10.97%	34.00%	66.00%
0.425	#40	259.78	17.36%	51.36%	48.64%
0.250	#60	75.29	5.03%	56.39%	43.62%
0.106	#140	364.20	24.33%	80.71%	19.29%
0.075	#200	111.32	7.44%	88.15%	11.85%
FONDO + LAVADO		177.33	11.85%	100.00%	0.00%
TOTAL		1498.75	100.00%		



Tamaño Máximo Absoluto = 1 1/2"	D10 = 0.075 mm	Cu = 9.4
Tamaño Máximo Nominal = 1"	D30 = 0.169 mm	Cc = 0.544
	D60 = 0.703 mm	

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  GERARDO MAURO COAGUIRA VALDOVA Ingeniero Civil CIP N° 280155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		
	DETERMINACION LIMITES DE CONSISTENCIA MTC E 110 - E 111		Calicata C-02
			Fecha 19/06/2022
			Página 1 de 1
Proyecto	SISTEMA DE PUEBLOS INCORPORANDO PULVERIZADO PARA EL BIENIO DE PRIVILEGIOS DE LA VILLA ESTACION - CATAMAYAS DE CAPUR		
Descripción	TIPO D NATURAL CON 1% ADICION DE PLASTON		Coordenadas 6202035.07 N
Solicitante	MORIN MARQUEZ - SIVELSI CORREGO		212539.67 E
Ubicación	VARACAS CATAMAYAS DE CAPUR - PUNTA - AREQUIPA		Profundidad 1.50 m

LIMITE LIQUIDO

Cápsula N°	1	2	3	4
Nombre Cápsula				
Número de golpes				
Peso de cápsula (gr)				
P. cap+suelo húmedo(gr)				
P. cap+suelo seco (gr)				
Humedad, w (%)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

LIMITE PLASTICO

Cápsula N°	1	2
Nombre de cápsula		
Peso de cápsula (gr)		
P. cap+suelo húmedo(gr)		
P. cap+suelo seco (gr)		
Humedad, w (%)	0.00%	0.00%

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO (%)	0.00%
LIMITE PLASTICO (%)	0.00%
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

Ensayo efectuado al material pasando a la malla #40
La muestra se realizó en la copa de Casagrande
El suelo no presenta plasticidad NP



MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
V°B° DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  GERARDO MAURICIO COAGUIRA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 280155

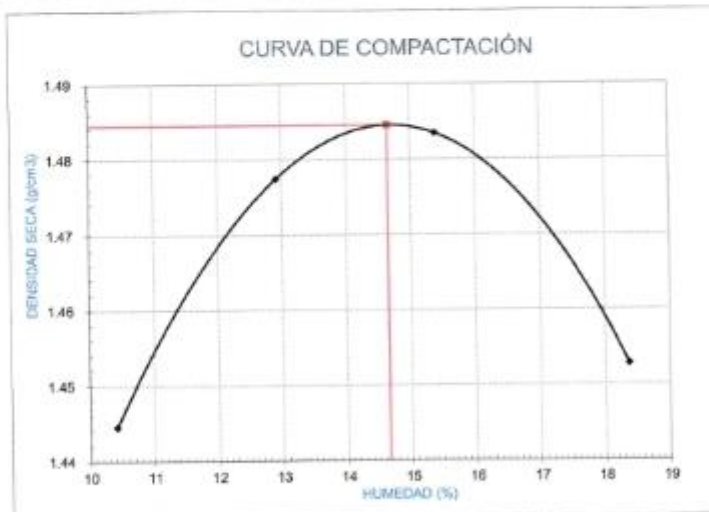
	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		Calicata	C-02
	RELACION DENSIDAD- HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO)		Fecha	19/06/2022
	MTC E 115		Página	1 de 1

Proyecto ESTABLACION DE SUELOS INCORPORANDO PLANTON PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VIA LA ESTACION - CATAMAYES DE CAPUA, AREQUIPA
Descripción SUELO NATURAL CON 9% ADICION DE FULVIC
Solicitante KEVIN MARQUEZ - SHARLEY CORNEJO
Ubicación VIA HACIA CATAMAYES DE CAPUA - PUNTA AREQUIPA
Coordenadas 8202959.87 N
Profundidad 1.50 m

Peso del molde (g)	3882.90	Altura (cm)	11.654	METODO	N° de capas	5
Diametro (cm)	10.144	Volumen (cm ³)	941.85	A 4"	Golpes * capa	25


Molde	1	2	3	4	5
Peso molde + suelo humedo (gr)	5385.10	5454.10	5495.00	5502.50	
Peso molde (gr)	3882.90	3882.90	3882.90	3882.90	
Peso de suelo humedo (gr)	1502.20	1571.20	1612.10	1619.60	
Volumen molde (cm ³)	941.85	941.85	941.85	941.85	
Densidad humeda, Y (gr/cm ³)	1.596	1.668	1.712	1.720	


Capsula N°	TP 11	TP 7	TP 3	TP 29	TP 2	TP 10	TP 14	TP 15
Peso capsula+suelo humedo (gr)	59.45	56.18	59.85	56.33	56.51	57.45	58.30	58.04
Peso capsula+suelo seco (gr)	56.02	53.22	55.76	52.65	52.28	53.00	52.52	52.78
Peso de capsula (gr)	23.73	24.20	24.38	23.89	24.00	24.21	21.10	24.10
Contenido de Humedad (w%)	10.62	10.20	13.03	12.80	15.31	15.46	18.40	18.34
Humedad prom (w%)	10.41	12.81	12.81	15.38	15.38	18.37		
Densidad seca (gr/cm ³)	1.445	1.477	1.483	1.483	1.483	1.483		



0	0
14.85	1.485
14.85	1.485

Humedad óptima (%)	14.85
Densidad seca máxima (gr/cm ³)	1.485

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  <hr/> GERARDO MAURICIO COAGURA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 280155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		
	CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883-16		Calicata C-02
			Fecha 19/06/2022
			Página 1 de 1

Proyecto	ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO FULITON PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VIA LA ESTACION - CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA		Coordenada	830209.87 N 212539.87 E
Descripción	SUELO NATURAL CON 10% ADICION DE FULITON		Profundidad	1.53 m
Solicitante	KEVIN MARQUEZ - SHIRLEY CORNEJO			
Ubicación	VA HACIA CATARATAS DE CAPUA, YURA - AREQUIPA			

COMPACTACION C B R

Diametro del Platin (mm)	49.63	Altura de disco espaciador (cm)	6.390
--------------------------	-------	---------------------------------	-------

MOLDE	MOLDE N°1	MOLDE N°2	MOLDE N°3			
N°Ocup x Cazo	10	25	56			
Altura Molde (cm)	17.769	17.769	17.769			
Diametro (cm)	15.189	15.189	15.189			
Peso del Molde (gr)	8438.00	8441.00	8264.00			
P. molde + suelo humedo (gr)	11648.00	11874.00	11827.00			
Peso de suelo humedo (gr)	3210.00	3433.00	3563.00			
Volumen molde (cm ³)	2061.83	2061.83	2061.83			
Densidad humeda, Y (gr/cm ³)	1.56	1.67	1.73			
Capasula N°	11	7	3	29	2	10
P. capsula+suelo humedo (gr)	59.85	56.33	59.91	59.47	57.45	58.90
Peso capsula+suelo seco (gr)	55.42	52.32	55.56	55.15	53.49	54.42
Peso de capsula (gr)	23.73	24.20	24.38	23.89	24.00	24.21
Contenido de Humedad (w%)	13.98	14.26	13.95	13.82	13.43	12.84
Humedad prom (w%)	14.12		13.89		13.14	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.364		1.462		1.527	

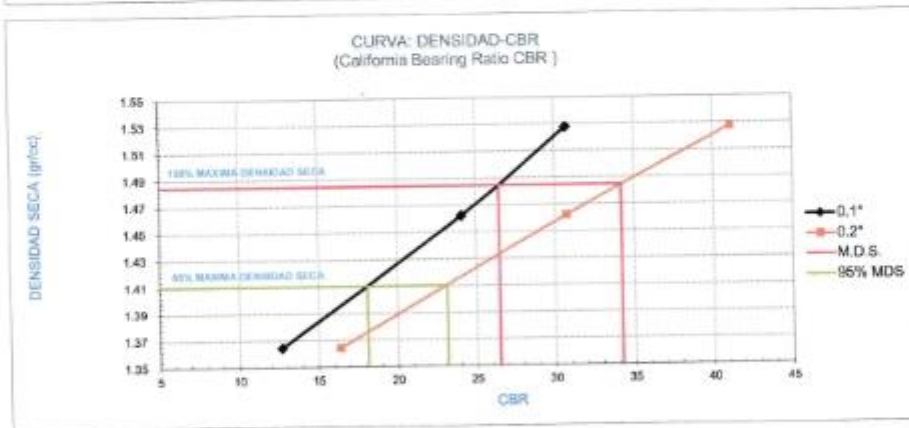
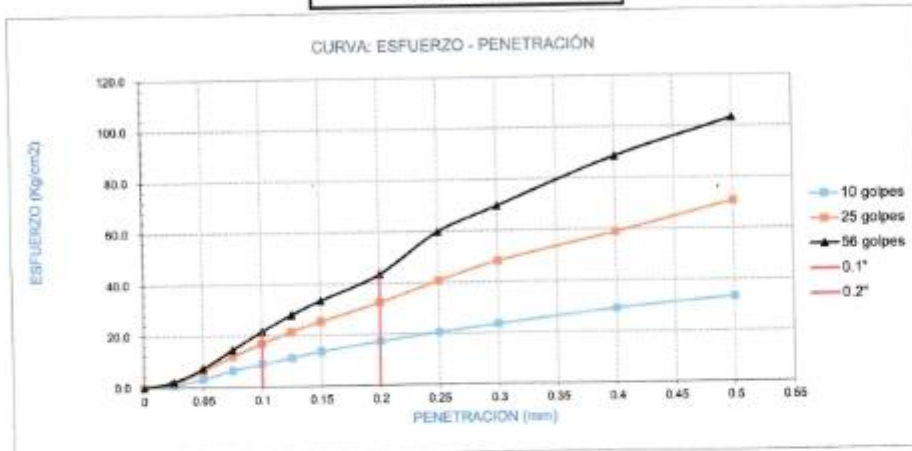
ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
(Hs)	(Dias)	Dial "0.001"	HINCHAMIENTO		Dial "0.001"	HINCHAMIENTO		Dial "0.001"	HINCHAMIENTO	
			mm	(%)		mm	(%)		mm	(%)
0	0	118	2.997	0.000	222	5.639	0.000	515	13.081	0.000
24	1	120	3.048	0.045	227	5.766	0.112	519	13.183	0.089
48	2	123	3.124	0.112	229	5.817	0.156	523	13.284	0.179
72	3	125	3.175	0.156	231	5.867	0.201	524	13.310	0.201
96	4	127	3.226	0.201	232	5.893	0.223	523	13.284	0.179

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
(mm)	(psi/g)	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	CBR %	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	CBR %	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	CBR %
0.00	0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.64	0.025	17.41	0.9		33.09	1.7		40.71	2.1	
1.27	0.050	63.99	3.3		125.77	6.5		141.40	7.3	
1.91	0.075	125.94	6.5		231.24	12.0		280.01	14.5	
2.54	0.100	172.28	8.9	12.67	327.52	16.9	24.08	417.74	21.6	30.71
3.18	0.125	218.52	11.3		414.72	21.4		539.46	27.9	
3.81	0.150	264.66	13.7		488.61	25.3		645.43	33.4	
5.08	0.200	333.68	17.2	16.36	627.10	32.4	30.74	838.47	43.3	41.10
6.35	0.250	398.66	20.6		786.34	40.6		1153.67	59.6	
7.62	0.300	455.85	23.6		931.66	48.2		1345.83	69.6	
10.16	0.400	582.21	29.1		1140.31	58.9		1711.83	88.5	
12.70	0.500	645.43	33.4		1368.40	70.7		1904.93	103.1	

GRAFICOS



Densidad seca maxima (g/cm ³)	1.485	al 95%	1.410
*M.D.S.: Maxima Densidad Seca, Dato del ensayo de Proctor Modificado			
C.B.R. 0.1" Para el 100% de la M.D.S.	26.45%		
C.B.R. 0.2" Para el 100% de la M.D.S.	34.20%		
C.B.R. 0.1" Para el 95% de la M.D.S.	18.10%		
C.B.R. 0.2" Para el 95% de la M.D.S.	23.15%		

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma GERARDO MAURICIO COAGUIRA VALDINA Ingeniero Civil CIP N° 280155

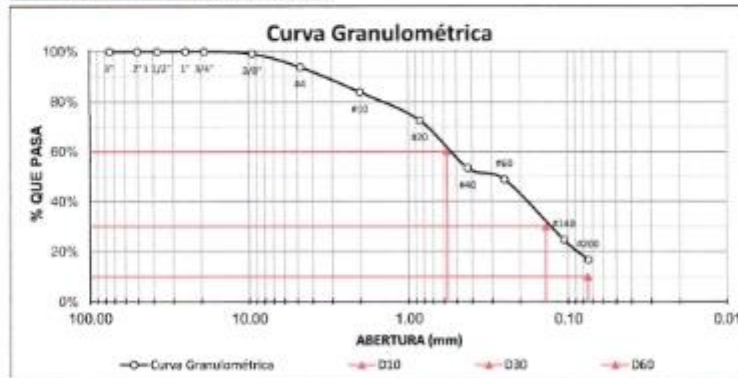
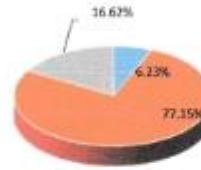
**INCORPORACION DE 15%
DE PULITON – C02**

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		
	ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107		Calicata: C-02
			Fecha: 19/06/2022
			Página: 1 de 1

Proyecto	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PLUTÓN PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LA ESTACION - CATARATAS DE CAPUA, ATOLEUPA		
Descripción	SUELO NATURAL CON 15% ADICIÓN DE PLUTÓN	Coordenadas	822029.87 N
Solicitante	SEVA MARQUEZ - SHIRLEY CORNEJO		212038.57 E
Ubicación	VIA HACIA CATARATAS DE CAPUA - YURA, AREQUIPA	Profundidad	1.50 m

PESO DE MUESTRA (gr)	
M. Seca	1222.00
M. Lavada	1081.80
Perdida por lavado	140.20

ABERTURA (mm)	TAMIZ A.S.T.M	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RETENIDO ACUMULADO	(%) QUE PASA
75.00	3"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
50.00	2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
37.50	1 1/2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
25.00	1"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
19.00	3/4"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
9.50	3/8"	10.79	0.89%	0.89%	99.11%
4.750	#4	65.09	5.34%	6.23%	93.77%
2.000	#10	121.94	10.01%	16.23%	83.77%
0.850	#20	137.41	11.27%	27.51%	72.49%
0.425	#40	233.48	19.16%	46.66%	53.34%
0.250	#60	56.08	4.60%	51.27%	48.73%
0.106	#140	293.48	24.08%	75.35%	24.65%
0.075	#200	97.88	8.03%	83.38%	16.62%
FONDO + LAVADO		202.56	16.62%	100.00%	0.00%
TOTAL		1218.73	100.00%		



Tamaño Máximo Absoluto = 3/4"	D10 = 0.075 mm	Cu = 7.6
Tamaño Máximo Nominal = 3/8"	D30 = 0.138 mm	Cc = 0.443
	D60 = 0.573 mm	

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  GERARDO MATRICIO COAQUIRA VALDIMA Ingeniero Civil CIP. N° 280156

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL			
	DETERMINACION LIMITES DE CONSISTENCIA MTC E 110 - E 111		Calicata	C-02
			Fecha	19/06/2022
			Página	1 de 1
Proyecto	ESTABLECIMIENTO DE SUELOS INCOMPLETANDO PULTON PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA VILLA ESTACION - CANTON DE CAPSA, AZUAY			
Descripción	SUELO NATURAL CON 15% ADICION DE PULTON		Coordenada	800289.27 N
Solicitante	SEVIN MARQUEZ - SHIPLEY CORNEJO			212339.07 E
Ubicación	VIA HACIA ESTACION DE CAPSA - YUSA - AZUAY		Profundidad	1.50 m

LIMITE LIQUIDO

Cápsula N°	1	2	3	4
Nombre Cápsula				
Numero de golpes				
Peso de cápsula (gr)				
P. cap+suelo húmedo(gr)				
P. cap+suelo seco (gr)				
Humedad, w (%)	0.00%	0.00%	0.00%	

LIMITE PLASTICO

Cápsula N°	1	2
Nombre de cápsula		
Peso de cápsula (gr)		
P. cap+suelo húmedo(gr)		
P. cap+suelo seco (gr)		
Humedad, w (%)	0.00%	

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO (%)	0.00%
LIMITE PLASTICO (%)	0.00%
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

Ensayo efectuado al material pasante a la malla #40
La muestra se realizó en la copa de Casagrande
El suelo no presenta plasticidad NP



MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  GERARDO MARCELO CASAGURA WALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 280155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		Calicata	C-02
	RELACION DENSIDAD- HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO)		Fecha	19/08/2022
	MTC E 115		Página	1 de 1

Proyecto: ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO FULTON PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VÍA LA ESTACION - CATARATAS DE CAPUA, AREQUIBA
Descripción: SUELO NATURAL CON 12% ADICION DE FULTON
Solicitante: KEVIN MANDUQUE - SHIRLEY CORNEJO
Ubicación: VÍA HACIA CATARATAS DE CAPUA, TORO, AREQUIBA
Coordenadas: 8322558.67 N
 212538.87 E
Profundidad: 1.50 m

Peso del molde (g)	3882.90	Altura (cm)	11.854	METODO	N° de capas	5	
Diametro (cm)	10.144	Volumen (cm ³)	941.85	A	4"	Golpes * capa	25


Molde	1	2	3	4	5
Peso molde + suelo húmedo (gr)	5403.10	5480.80	5532.60	5549.70	
Peso molde (gr)	3882.90	3882.90	3882.90	3882.90	
Peso de suelo húmedo (gr)	1520.20	1597.90	1649.70	1666.80	
Volumen molde (cm ³)	941.85	941.85	941.85	941.85	
Densidad húmeda, Y (gr/cm ³)	1.614	1.697	1.752	1.770	

Capsula N°	TP 5	TP 18	TP 13	TP 6	TP 22	TP 28	TP 21	TP 19
Peso capsula+suelo húmedo (gr)	55.99	56.40	57.36	56.20	58.91	57.70	57.54	57.95
Peso capsula+suelo seco (gr)	52.38	52.85	52.91	51.88	53.39	52.26	51.58	51.72
Peso de capsula (gr)	23.70	24.48	23.58	24.20	23.95	23.53	23.76	23.32
Contenido de Humedad (w%)	12.89	12.51	15.17	15.81	18.75	18.93	21.42	21.94
Humedad prom (w%)	12.55		15.39		18.84		21.68	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.434		1.470		1.474		1.454	



Humedad óptima (%)	17.39
Densidad seca máxima (g/cm ³)	1.477

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
V°B° DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  GERARDO MASFERRER DIAZVALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 280155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL			
	CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883-16		Calicata	C-02
			Fecha	19/06/2022
			Página	1 de 1

Proyecto	ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO PULITON PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VIA LA ESTACION - CATARATAS DE CAPUA - AREQUIPA		
Descripción	SUELO NATURAL CON 15% ADICION DE PULITON	Coordenadas	5202959.87 N
Solicitante	REVIN MANQUEZ - SHIRLEY CORNEJO		212519.87 E
Ubicación	VIA HACIA CATARATAS DE CAPUA - YURA - AREQUIPA	Profundidad	1.50 m

COMPACTACION C B R

Diametro del Pistón (mm)	49.53	Altura de disco espaciador (cm)	6.390
--------------------------	-------	---------------------------------	-------

MOLDE	MOLDE N°1		MOLDE N°2		MOLDE N°3	
N°Golp x Cazo	10		25		56	
Altura Molde (cm)	17.769		17.769		17.769	
Diametro (cm)	15.189		15.189		15.189	
Peso del Molde (gr)	8439.00		8443.00		8265.00	
P. molde + suelo húmedo (gr)	11628.00		11877.00		11883.00	
Peso de suelo húmedo (gr)	3189.00		3434.00		3618.00	
Volumen molde (cm ³)	2061.83		2061.83		2061.83	
Densidad húmeda, Y (gr/cm ³)	1.55		1.67		1.75	
Capasula N°	5	18	13	6	22	20
P. capsula+suelo húmedo (gr)	59.91	55.88	64.89	61.30	52.58	63.14
Peso capsula+suelo seco (gr)	54.59	51.40	50.36	56.20	48.71	57.70
Peso de capsula (gr)	23.70	24.48	23.58	24.20	23.95	23.53
Contenido de Humedad (w%)	17.22	16.64	16.92	15.94	15.63	15.92
Humedad prom (w%)	16.93		16.43		15.78	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.323		1.431		1.516	

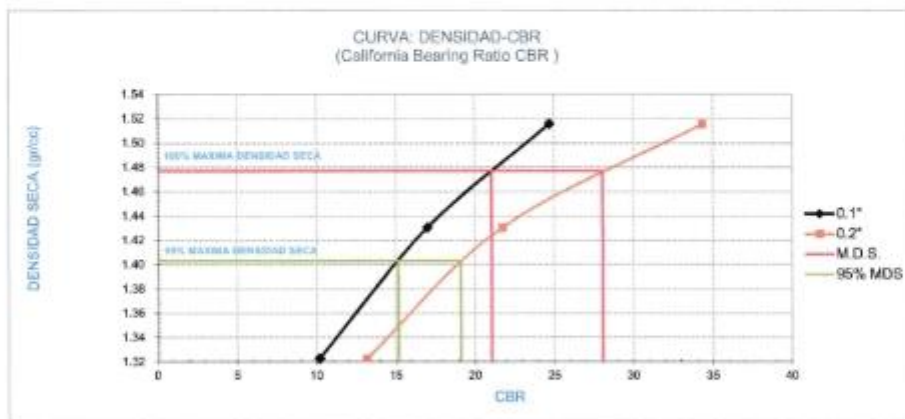
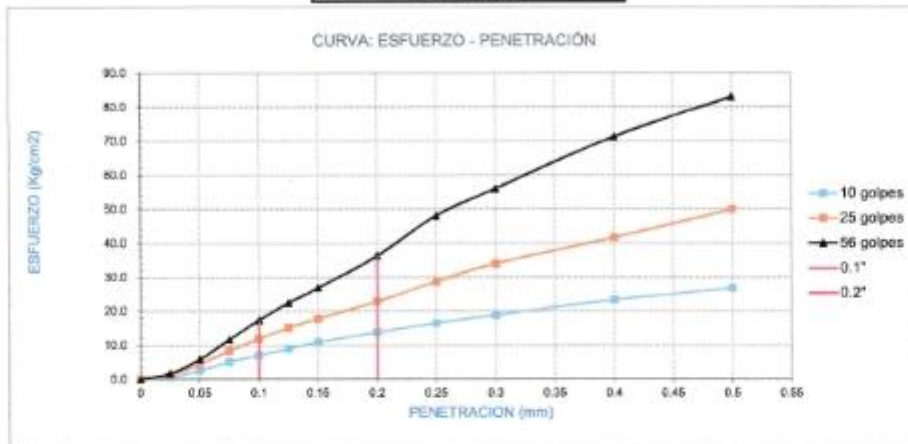
ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
(Hs)	(Dias)	Dial *0.001*	HINCHAMIENTO		Dial *0.001*	HINCHAMIENTO		Dial *0.001*	HINCHAMIENTO	
			mm	(%)		mm	(%)		mm	(%)
0	0	193	4.902	0.000	331	8.407	0.000	485	12.319	0.000
24	1	200	5.080	0.156	337	8.580	0.134	492	12.497	0.156
48	2	204	5.182	0.246	341	8.661	0.223	497	12.624	0.268
72	3	206	5.232	0.290	342	8.687	0.246	498	12.649	0.290
96	4	207	5.258	0.313	344	8.738	0.290	500	12.700	0.335

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
(mm)	(pulg)	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	CBR %	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	CBR %	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	CBR %
0.00	0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.64	0.025	14.00	0.7		23.38	1.2		32.76	1.7	
1.27	0.050	51.49	2.7		88.89	4.6		113.77	5.9	
1.91	0.075	101.33	5.2		163.43	8.4		225.30	11.6	
2.54	0.100	158.62	7.2	10.19	231.48	12.0	17.02	336.12	17.4	24.71
3.18	0.125	175.82	9.1		293.11	15.2		434.06	22.4	
3.81	0.150	212.95	11.0		345.33	17.9		519.33	26.8	
5.08	0.200	268.48	13.9	13.16	443.21	22.9	21.72	700.80	36.2	34.35
6.35	0.250	320.77	16.6		555.75	28.7		928.42	48.0	
7.62	0.300	366.78	19.0		658.80	34.0		1082.87	56.0	
10.16	0.400	452.36	23.4		805.92	41.7		1377.37	71.2	
12.70	0.500	519.33	26.8		967.13	50.0		1605.15	83.0	

GRAFICOS



Densidad seca máxima (g/cm ³)	1.477	al 95%	1.403
---	-------	--------	-------

**M.D.S.: Máxima Densidad Seca, Dato del ensayo de Proctor Modificado*

C.B.R. 0.1" Para el 100% de la M.D.S.	21.05%
C.B.R. 0.2" Para el 100% de la M.D.S.	28.05%

C.B.R. 0.1" Para el 95% de la M.D.S.	15.15%
C.B.R. 0.2" Para el 95% de la M.D.S.	19.10%

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO	FIRMA
	<p style="text-align: center;">Nombre y Firma</p> <p style="text-align: center;"><i>Gerardo Malfrico Coaquira Valdima</i></p> <p style="text-align: center;">----- GERARDO MALFRICO COAQUIRA VALDIMIA Ingeniero Civil CIP N° 280155</p>

CALICATA 03

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		
	DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD MTC E 108		Calicata: C-03
			Fecha: 19/06/2022
			Página: 1 de 1
Proyecto	ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO PULIDON PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VIA LA ESTACION - CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA		
Descripción	SUELO NATURAL CON 0% ADICION DE PULIDON	Coordenadas	8204625.18 N 212503.88 E
Solicitante	KEVIN MARQUEZ - SHIRLEY CORNEJO	Profundidad:	1.00 m
Ubicación de Proyecto	VA HACIA CATARATAS DE CAPUA - YURA - AREQUIPA		

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	MUESTRA		
			1	2	3
1	Nro. De Ensayo	-	1	2	3
2	Nombre de Recipientes	-	TG-3	TG-4	TG-9
3	Masa del Recipiente	g	123.88	124.35	124.16
4	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	449.28	435.23	395.65
5	Masa del Recipiente + muestra seca	g	438.65	425.65	386.78
6	Contenido de Humedad Parcial	%	3.4	3.2	3.4
7	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	3.3		

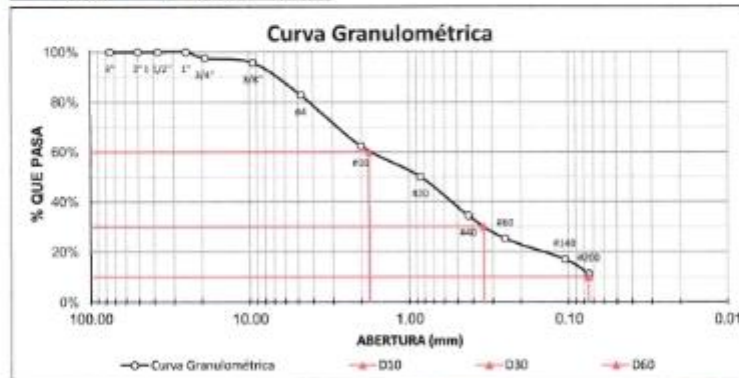
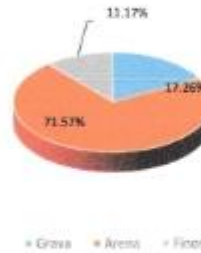
MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO 	FIRMA Nombre y firma:  <hr/> GERARDO MAURICIO CASHIWA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 280155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		
	ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107		Calicata: C-03
			Fecha: 19/06/2022
			Página: 1 de 1

Proyecto	ESTABLACION DE SUELOS PROPORCIONADO PULITON PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VÍA LA ESTACION - CATARATAS DE CAJAL, AREQUIPA		
Descripción	SUELO NATURAL CON 3% ADICION DE PULITON	Coordenadas	8204026.10 N
Solicitante	WENY MARIQUEZ - SHIRLEY CORTEZ		712503.00 E
Ubicación	US HUCA CATARATAS DE CAJAL, YURA, AREQUIPA	Profundidad	1.50 m

PESO DE MUESTRA (gr)	
M. Seca	1610.00
M. Lavada	1467.00
Perdida por lavado	143.00

ABERTURA (mm)	TAMIZ A.S.T.M	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RETENIDO ACUMULADO	(%) QUE PASA
75.00	3"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
50.00	2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
37.50	1 1/2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
25.00	1"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
19.00	3/4"	39.25	2.44%	2.44%	97.56%
9.50	3/8"	30.12	1.87%	4.31%	95.69%
4.750	#4	208.30	12.95%	17.26%	82.74%
2.000	#10	328.42	20.42%	37.68%	62.32%
0.850	#20	197.81	12.30%	49.98%	50.02%
0.425	#40	251.53	15.64%	65.62%	34.38%
0.250	#60	147.29	9.16%	74.78%	25.22%
0.106	#140	132.82	8.26%	83.04%	16.96%
0.075	#200	93.23	5.80%	88.83%	11.17%
FONDO + LAVADO		179.62	11.17%	100.00%	0.00%
TOTAL		1608.39	100.00%		



Tamaño Máximo Absoluto = 1"	D16 = 0.075 mm	Cu = 23.8
Tamaño Máximo Nominal = 3/4"	D30 = 0.341 mm	Cc = 0.871
	D60 = 1.763 mm	

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºB DEL LABORATORIO 	FIRMA Nombre y firma:  GERARDO MAÑRIQUEZ COAGUIRA VALDOVA Ingeniero Civil CIP N° 280155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		
	DETERMINACION LIMITES DE CONSISTENCIA MTC E 110 - E 111		Calicata: C-03
			Fecha: 19/06/2022
		Página: 1 de 1	
Proyecto:	ESTABLECIMIENTO DE SUJECOS RECOMENDANDO PUESTOS PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VILLA ESTACION - CATAMAYAS DE CAPSA		
Descripción:	SUELO NATURAL CON SU ADICION DE PUESTOS	Coordenadas:	8004028.19 N
Solicitante:	RODRIGUEZ MARQUEZ SHIRLEY CORNEJO		212500.00 E
Ubicación:	ORINOCO CATAMAYAS DE CAPSA - PUÑA - AREQUIPA	Profundidad:	1.50 m

LIMITE LIQUIDO

Cápsula N°	1	2	3	4
Nombre Cápsula				
Número de golpes				
Peso de cápsula (gr)				
P. cap+suelo húmedo(gr)				
P. cap+suelo seco (gr)				
Humedad, w (%)	0.00%	0.00%	0.00%	

LIMITE PLASTICO

Cápsula N°	1	2
Nombre de cápsula		
Peso de cápsula (gr)		
P. cap+suelo húmedo(gr)		
P. cap+suelo seco (gr)		
Humedad, w (%)	0.00%	

RESULTADOS


LIMITE LIQUIDO (%)	0.00%
LIMITE PLASTICO (%)	0.00%
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

Ensayo efectuado al material pasante a la malla #40
La muestra se realizó en la copa de Casagrande
El suelo no presenta plasticidad NP



MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  GERARDO MURILLO COAGUIRA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 280155

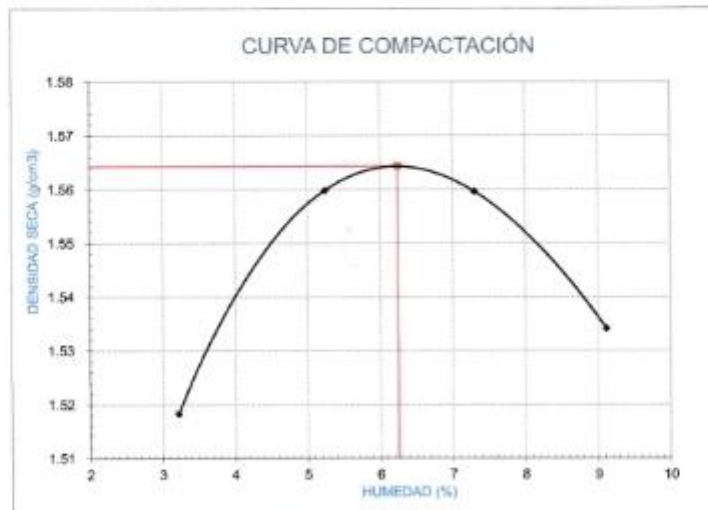
	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		Calicata	C-03
	RELACION DENSIDAD- HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO)		Fecha	19/06/2022
	MTC E 115		Página	1 de 1

Proyecto: ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO PULTON PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VIA LA ESTACION - CATMAYAS DE CARLA, AREQUIPA
Descripción: SUELO NATURAL, CON EN ADICION DE PULTON
Solicitante: NEVIN MARQUEZ - SHIRLEY CORNEJO
Ubicación: VIA HACIA CATMAYAS DE CARLA, YURA - AREQUIPA
Coordenadas: 830428 19 N
Profundidad: 212003 81 E
Profundidad: 1.50 m

Peso del molde (g)	5990.30	Altura (cm)	11.595	METODO	N° de capas	5	
Diámetro (cm)	15.217	Volumen(cm3)	2108.72	C	6"	Goipes * capa	56


Molde	1	2	3	4	5
Peso molde + suelo humedo (gr)	9294.80	9452.00	9519.20	9520.20	
Peso molde (gr)	5990.30	5990.30	5990.30	5990.30	
Peso de suelo humedo (gr)	3304.50	3461.70	3528.90	3529.90	
Volumen molde (cm3)	2108.72	2108.72	2108.72	2108.72	
Densidad humeda, Y (gr/cm3)	1.567	1.642	1.673	1.674	

Capsula N°	TP 6	TP 13	TP 19	TP 26	TP 21	TP 22	TP 14	TP 11
Peso capsula+suelo humedo (gr)	59.06	57.55	58.89	58.96	57.84	57.59	58.32	57.20
peso capsula+suelo seco (gr)	58.02	56.45	57.14	56.79	55.54	55.28	55.20	54.41
Peso de capsula (gr)	24.24	23.59	23.33	23.49	23.77	23.91	21.09	23.72
Contenido de Humedad (w%)	3.08	3.35	5.18	5.32	7.24	7.36	9.15	9.09
Humedad prom (w%)	3.21		5.25		7.30		9.12	
Densidad seca (gr/cm3)	1.518		1.560		1.560		1.534	



Humedad optima (%)	6.25
Densidad seca maxima (g/cm3)	1.564

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
V°B° DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  ----- GERARDO MÉTRICO COAGUINA WALDOVA Ingeniero Civil CIP N° 280155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		Calicata	C-03
	CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883-16		Fecha	19/06/2022
			Página	1 de 1

Proyecto	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULIDÓN PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VÍA LA ESTACIÓN - CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA		
Descripción	SUELO NATURAL CON 0% ADICIÓN DE PULIDÓN	Coordenadas	820402.10 N 212803.96 E
Solicitante	STEVY MORALES - SHIRLEY GOMEZ	Profundidad	1.00 m
Utilización	VIA HACIA CATARATAS DE CAPUA-YARPA - AREQUIPA		

COMPACTACION C B R

Diametro del Pistón (mm)	49.63	Altura de disco espaciador (cm)	6.380
--------------------------	-------	---------------------------------	-------

MOLDE	MOLDE N°1		MOLDE N°2		MOLDE N°3	
N°Golpes x Capa	10		25		56	
Altura Molde (cm)	17.769		17.769		17.769	
Diametro (cm)	15.189		15.189		15.189	
Peso del Molde (gr)	8438.00		8442.00		8264.00	
P. molde + suelo humedo (gr)	11626.00		11813.00		11834.00	
Peso de suelo humedo (gr)	3188.00		3371.00		3570.00	
Volumen molde (cm ³)	2061.83		2061.83		2061.83	
Densidad humeda, Y (gr/cm ³)	1.55		1.63		1.73	
Capsula N°	6	13	19	20	21	22
P. capsula+suelo humedo (gr)	58.89	58.56	57.84	57.59	58.32	57.20
Peso capsula+suelo seco (gr)	56.95	56.60	56.05	55.85	56.56	55.51
Peso de capsula (gr)	24.24	23.89	23.33	23.49	23.77	23.91
Contenido de Humedad (w%)	5.93	5.94	5.47	5.38	5.37	5.35
Humedad prom (w%)	5.93		5.42		5.36	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.460		1.551		1.643	

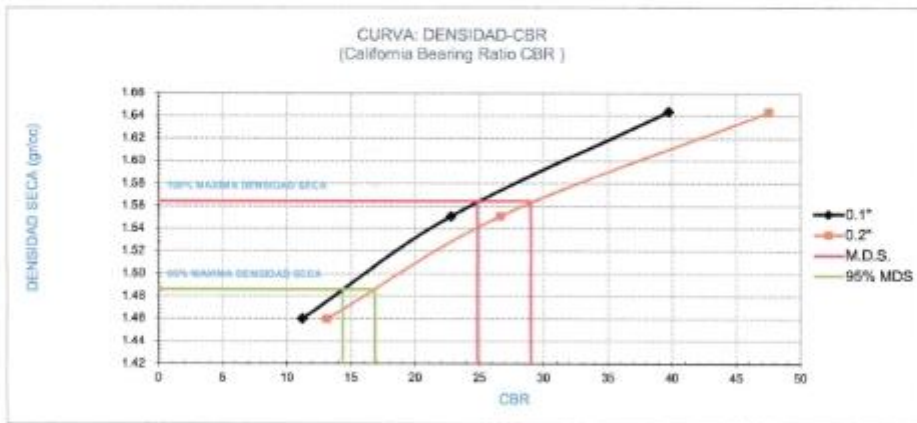
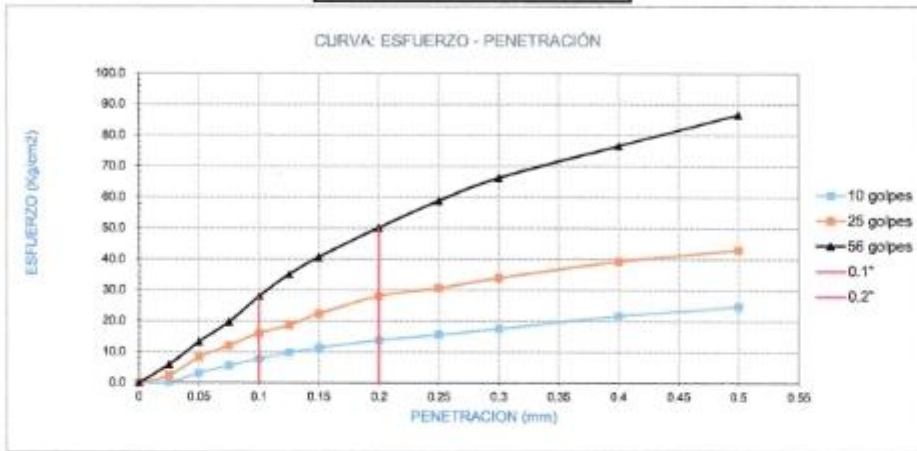
ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
(Hs)	(Dias)	Dial "0.001"	HINCHAMIENTO		Dial "0.001"	HINCHAMIENTO		Dial "0.001"	HINCHAMIENTO	
			mm	(%)		mm	(%)		mm	(%)
0	0	155	3.937	0.000	245	6.223	0.000	525	13.335	0.000
24	1	157	3.988	0.045	247	6.274	0.045	528	13.411	0.067
48	2	158	4.013	0.067	248	6.299	0.067	530	13.462	0.112
72	3	159	4.039	0.089	251	6.375	0.134	531	13.487	0.134
96	4	160	4.064	0.112	251	6.375	0.134	532	13.513	0.156

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
(mm)	(pulg)	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	CBR %	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	CBR %	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	CBR %
0.00	0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.64	0.025	6.36	0.3		46.59	2.4		113.33	5.9	
1.27	0.050	62.29	3.2		160.90	8.3		256.30	13.2	
1.91	0.075	109.51	5.7		233.52	12.1		381.10	19.7	
2.54	0.100	152.35	7.9	11.20	310.17	16.0	22.80	540.53	27.9	39.74
3.18	0.125	190.83	9.9		361.13	18.7		679.17	35.1	
3.81	0.150	220.72	11.4		433.14	22.4		785.60	40.6	
5.08	0.200	267.62	13.8	13.12	542.87	28.1	26.61	969.83	50.1	47.54
6.35	0.250	301.66	15.6		593.35	30.7		1137.31	58.8	
7.62	0.300	339.91	17.6		656.31	33.9		1280.65	66.2	
10.16	0.400	420.45	21.7		760.92	39.3		1481.01	76.6	
12.70	0.500	479.62	24.8		831.81	43.0		1676.39	86.7	

GRAFICOS



Densidad seca máxima (g/cm³)	1.564	al 95%	1.486
------------------------------	-------	--------	-------

*M.D.S.: Maxima Densidad Seca, Dato del ensayo de Proctor Modificado

C.B.R. 0.1" Para el 100% de la M.D.S.	24.85%
C.B.R. 0.2" Para el 100% de la M.D.S.	29.00%

C.B.R. 0.1" Para el 95% de la M.D.S.	14.35%
C.B.R. 0.2" Para el 95% de la M.D.S.	16.85%

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VBI DEL LABORATORIO 	FIRMA Nombre y Firma  <hr style="border: 0.5px dashed black;"/> GERARDO MAURICIO COAQUIRA VALDOVA Ingeniero Civil CIP N° 280155

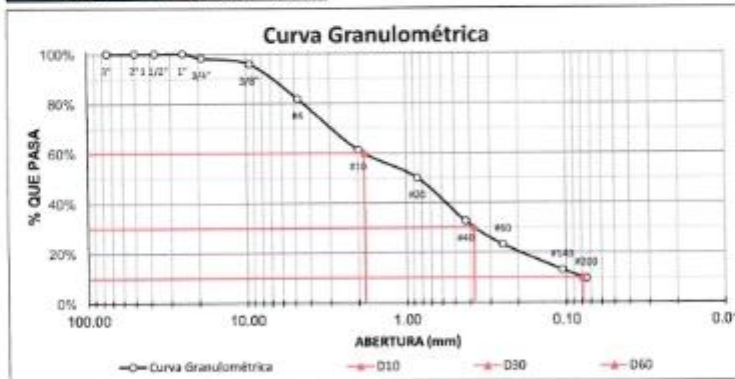
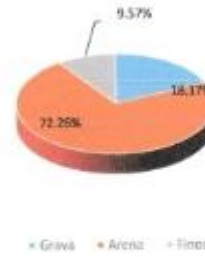
**INCORPORACION DE 5% DE
PULITON – C03**

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		Calicata	C-03
	ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107		Fecha	19/06/2022
			Página	1 de 1

Proyecto	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULVERÍN PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VÍA LA ESTACION - CATARATAS DE CAPUA ARQUITA		
Descripción	SUELO NATURAL CON LA ADICIÓN DE PULVERÍN	Coordenadas	804488.10 N
Solicitante	KEVIN MORALES - DIEGUEY CORNEJO		211503.06 E
Ubicación	VIA HACIA CATARATAS DE CAPUA SUR - ARECURE	Profundidad	1.50 m

PESO DE MUESTRA (gr)	
M. Seca	1451.20
M. Lavada	1365.78
Perdida por lavado	85.42

ABERTURA (mm)	TAMIZ A.S.T.M	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RÉTENIDO ACUMULAD	(%) QUE PASA
75.00	3"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
50.00	2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
37.50	1 1/2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
25.00	1"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
19.00	3/4"	25.87	1.79%	1.79%	98.21%
9.50	3/8"	35.52	2.45%	4.24%	95.76%
4.750	#4	201.55	13.93%	18.17%	81.83%
2.000	#10	297.07	20.51%	38.68%	61.32%
0.850	#20	165.52	11.43%	50.10%	49.90%
0.425	#40	251.15	17.34%	67.44%	32.56%
0.250	#60	135.07	9.32%	76.76%	23.24%
0.106	#140	147.53	10.18%	86.95%	13.05%
0.075	#200	50.51	3.49%	90.43%	9.57%
FONDO + LAVADO		138.69	9.57%	100.00%	0.00%
TOTAL		1448.95	100.00%		



Tamaño Máximo Absoluto = 3/4"

Tamaño Máximo Nominal = 3/8"

D10 = 0.075 mm

D30 = 0.377 mm

D60 = 1.823 mm

Cu = 23.1

Cc = 0.980

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  <hr/> GERARDO MALVARCO COAGUIRA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 280155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL			
	DETERMINACION LIMITES DE CONSISTENCIA MTC E 110 - E 111		Calicata	C-03
			Fecha	19/06/2022
			Página	1 de 1
Proyecto	ESTABLECIMIENTO DE SUFLOS INCORPORANDO PLATON PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA MAJLA ESTACION - CATAMARCA DE CAPSA.			
Descripción	SUELO NATURAL, CON SOLICITACION DE PLATON		Coordenadas	3204528.19 N 2125955.96 E
Solicitante	REVIN SANGUINI - APRILY CORNEJO		Profundidad	1.50 m
Ubicación	VIA ACCESO AUTOSTRADA DE CAPSA - YUNGAS - AREQUIPA			

LIMITE LIQUIDO

Cápsula N°	1	2	3	4
Nombre Cápsula				
Numero de golpes				
Peso de cápsula (gr)				
P. cap+suelo húmedo(gr)				
P. cap+suelo seco (gr)				
Humedad, ω (%)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

LIMITE PLASTICO

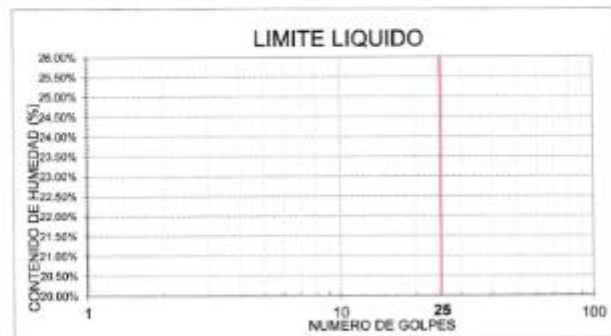
Cápsula N°	1	2
Nombre de cápsula		
Peso de cápsula (gr)		
P. cap+suelo húmedo(gr)		
P. cap+suelo seco (gr)		
Humedad, ω (%)	0.00%	0.00%


RESULTADOS


LIMITE LIQUIDO (%)	0.00%
LIMITE PLASTICO (%)	0.00%
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

Ensayo efectuado al material pasando a la malla #40
La muestra se realizó en la copa de Casagrande
El suelo no presenta plasticidad NP



MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  GERARDO MAURICIO COAGUIRA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 280155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		Calicata	C-03
	RELACION DENSIDAD- HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115		Fecha	19/06/2022
			Página	1 de 1

Proyecto: ESTABILIZACION DE SUELOS INCORPORANDO PULITON PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VIAL ESTACION - CATARATAS DE CAPSA, AREQUIPA
Descripción: SUELO NATURAL CON SU ADICION DE PULITON
Solicitante: KEVIN MARTINEZ - SHIRLEY CORRALDO
Ubicación: VIA HACIA CATARATAS DE CAPSA - PUÑA - AREQUIPA
Coordenadas: 8234822 N
Profundidad: 1.50 m

Peso del molde (g)	5990.30	Altura (cm)	11.595	METODO	N° de capas	5	
Diametro (cm)	15.217	Volumen(cm3)	2108.72	C	8"	Golpes * capa	56


Molde	1	2	3	4	5
Peso molde + suelo humedo (gr)	9314.80	9498.30	9545.20	9540.40	
Peso molde (gr)	5990.30	5990.30	5990.30	5990.30	
Peso de suelo humedo (gr)	3324.50	3508.00	3554.90	3550.10	
Volumen molde (cm3)	2108.72	2108.72	2108.72	2108.72	
Densidad humeda, Y (gr/cm3)	1.577	1.684	1.686	1.684	

Capsula N°	TP 8	TP 3	TP 1	TP 7	TP 10	TP 2	TP 17	TP 18
Peso capsula+suelo humedo (gr)	56.43	56.04	56.35	61.16	60.51	59.86	56.21	56.70
peso capsula+suelo seco (gr)	54.54	56.04	53.85	58.22	56.89	56.43	52.58	53.08
Peso de capsula (gr)	23.64	24.38	24.52	24.19	24.20	23.99	24.34	24.49
Contenido de Humedad (w%)	6.12	6.32	8.52	8.54	11.07	10.57	12.85	12.65
Humedad prom (w%)	6.22		8.58		10.82		12.76	
Densidad seca (gr/cm3)	1.484		1.532		1.521		1.493	



Humedad optima (%)	9.05
Densidad seca maxima (gr/cm3)	1.533

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
V°B° DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  GERARDO MAURICIO COAGUILA VALDOVA Ingeniero Civil CIP N° 280155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		
	CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883-16		Calicata C-03
			Fecha 19/06/2022
			Página 1 de 1

Proyecto	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULIDÓN PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VÍA LA ESTACION - CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA		
Descripción	SUELO NATURAL CON 5% ADICION DE PULIDÓN	Coordenadas	829426.19 N 212903.94 E
Solicitante	KEVIN MARQUEZ - SHIRLEY CORNEJO	Profundidad	1.50 m
Ubicación	VIA HACIA CATARATAS DE CAPUA - YURA - AREQUIPA		

COMPACTACION C B R

Diametro del Pulón (mm)	49.63	Altura de disco espaciador (cm)	6.390
-------------------------	-------	---------------------------------	-------

MOLDE	MOLDE N°1	MOLDE N°2	MOLDE N°3			
N°Golp x Carga	10	25	56			
Altura Molde (cm)	17.769	17.769	17.769			
Diametro (cm)	15.189	15.189	15.189			
Peso del Molde (gr)	8438.00	8442.00	8264.00			
P. molde + suelo humedo (gr)	11616.00	11803.00	11824.00			
Peso de suelo humedo (gr)	3178.00	3361.00	3560.00			
Volumen molde (cm ³)	2061.83	2061.83	2061.83			
Densidad humeda, Y (gr/cm ³)	1.54	1.63	1.73			
Capasula N°	8	3	1	7	10	2
P. capsula+suelo humedo (gr)	56.35	61.16	60.51	59.86	56.21	56.70
Peso capsula+suelo seco (gr)	53.71	58.18	57.88	57.25	54.10	54.56
Peso de capsula (gr)	23.64	24.38	24.52	24.19	24.20	23.99
Contenido de Humedad (w%)	8.78	8.62	7.88	7.89	7.06	7.00
Humedad prom (w%)	8.80		7.88		7.03	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.417		1.511		1.613	

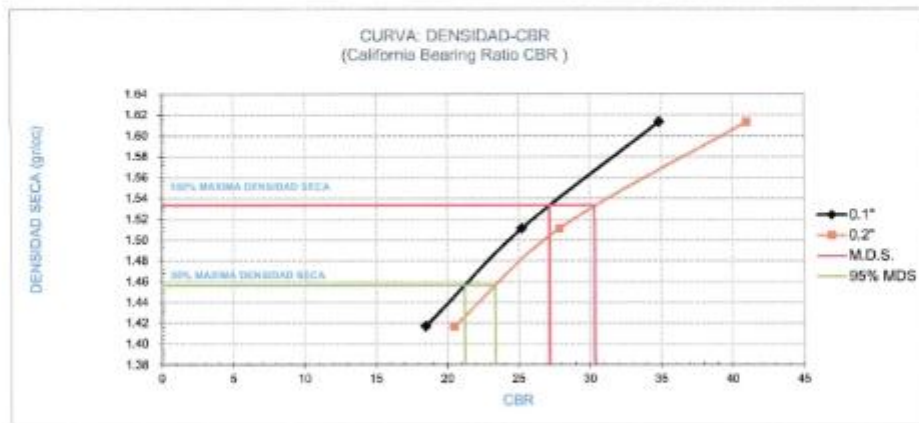
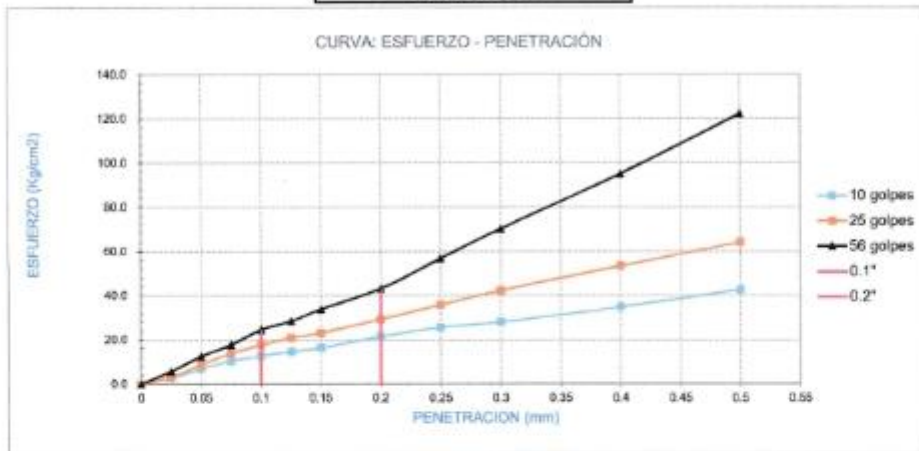
ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO ACUMULADO		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
(Hrs)	(Dias)	Dial *0.001*	HINCHAMIENTO		Dial *0.001*	HINCHAMIENTO		Dial *0.001*	HINCHAMIENTO	
			mm	(%)		mm	(%)		mm	(%)
0	0	165	4.191	0.000	225	5.715	0.000	532	13.513	0.000
24	1	168	4.267	0.067	229	5.817	0.089	536	13.614	0.089
48	2	171	4.343	0.134	231	5.867	0.134	538	13.665	0.134
72	3	173	4.394	0.179	233	5.918	0.179	540	13.716	0.179
96	4	174	4.420	0.201	233	5.918	0.179	541	13.741	0.201

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
(mm)	(pulg)	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	CBR %	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	CBR %	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	CBR %
0.00	0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.64	0.025	54.96	2.8		63.46	3.3		110.98	5.7	
1.27	0.050	135.97	7.0		170.34	8.8		241.94	12.5	
1.91	0.075	205.24	10.6		270.26	14.0		343.71	17.8	
2.54	0.100	251.34	13.0	18.48	343.35	17.7	25.24	474.31	24.5	34.87
3.18	0.125	285.86	14.8		407.14	21.0		550.44	28.5	
3.81	0.150	320.35	16.6		449.41	23.2		653.13	33.8	
5.08	0.200	417.87	21.6	20.48	568.36	29.4	27.86	835.76	43.2	40.97
6.35	0.250	497.95	25.7		693.51	35.8		1098.18	56.8	
7.62	0.300	543.62	28.1		818.25	42.3		1355.56	70.1	
10.16	0.400	674.58	34.9		1033.97	53.4		1837.84	95.0	
12.70	0.500	827.67	42.8		1242.07	64.2		2364.06	122.2	

GRAFICOS




Densidad seca máxima (g/cm³)	1.533	al 95%	1.457
------------------------------	-------	--------	-------

*M.D.S.: Maxima Densidad Seca, Dato del ensayo de Proctor Modificado

C.B.R. 0.1" Para el 100% de la M.D.S.	27.15%
C.B.R. 0.2" Para el 100% de la M.D.S.	30.32%
C.B.R. 0.1" Para el 95% de la M.D.S.	21.20%
C.B.R. 0.2" Para el 95% de la M.D.S.	23.34%

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
<p style="text-align: center; font-size: small;">Vº DEL LABORATORIO</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p style="text-align: center; font-size: small;">FIRMA</p> <p style="font-size: x-small;">Nombre y firma:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="font-size: x-small; text-align: center;"> GERARDO MAURICIO COAGUINA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 260155 </p>

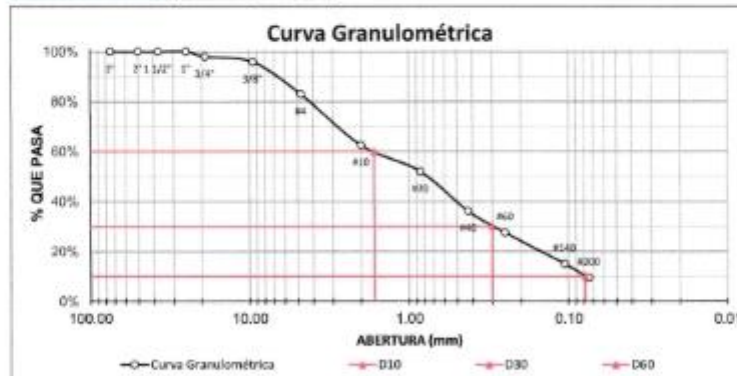
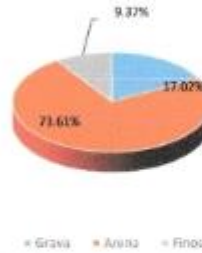
**INCORPORACION DE 10%
DE PULITON – C03**

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		Calicata	C-03
	ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107		Fecha	19/08/2022
			Página	1 de 1

Proyecto	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULVERIZADO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VÍA LA ESTACIÓN - CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA		
Descripción	SUELO NATURAL CON 10% ADICIÓN DE PULVERIZADO	Coordenadas	8209828.10 N
Solicitante	REVIN MARQUEZ - SPIRLEY CORNEJO		212503.86 E
Ubicación	VIA HACIA CATARATAS DE CAPUA - YURA - AREQUIPA	Profundidad	1.30 m

PESO DE MUESTRA (gr)	
M. Seca	1721.00
M. Lavada	1621.20
Perdida por lavado	99.80

ABERTURA (mm)	TAMIZ A.S.T.M	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	T.M. RETENIDO ACUMULAD	(%) QUE PASA
75.00	3"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
50.00	2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
37.50	1 1/2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
25.00	1"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
19.00	3/4"	35.28	2.05%	2.05%	97.95%
9.50	3/8"	36.24	2.11%	4.16%	95.84%
4.750	#4	221.17	12.86%	17.02%	82.98%
2.000	#10	351.14	20.42%	37.43%	62.57%
0.850	#20	182.38	10.60%	48.04%	51.96%
0.425	#40	273.86	15.92%	63.96%	36.04%
0.250	#60	146.84	8.54%	72.50%	27.50%
0.106	#140	215.33	12.52%	85.02%	14.98%
0.075	#200	96.56	5.61%	90.63%	9.37%
FONDO + LAVADO		161.15	9.37%	100.00%	0.00%
TOTAL		1719.95	100.00%		



Tamaño Máximo Absoluto = 1"	D10 = 0.078 mm	Cu = 21.1
Tamaño Máximo Nominal = 3/4"	D30 = 0.301 mm	Cc = 0.698
	D60 = 1.654 mm	

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  GERARDO MAURICIO COAGUARA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 280155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		
	DETERMINACION LIMITES DE CONSISTENCIA MTC E 110 - E 111		Calicata: C-03
			Fecha: 19/06/2022
			Página: 1 de 1
Proyecto:	ESTRUCTURACION DE SUELOS INCORPORANDO FILTRO PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES DE LA VÍA LA ESTACION - CAPINAMAR DE CAPUA, AREQUIPA		
Descripción:	SUELO NATURAL CON INCORPORACION DE FILTRO	Coordenadas:	8204628.78 N
Señalante:	HEINER MARQUEZ - SHIRLEY CORNEJO		21250398 E
Ubicación:	VIA RASO CALLENTAS DE CAPUA, VISTA - AREQUIPA	Profundidad:	1.90 m

LIMITE LIQUIDO

Cápsula N°	1	2	3	4
Nombre Cápsula				
Número de golpes				
Peso de cápsula (gr)				
P. cap+suelo húmedo(gr)				
P. cap+suelo seco (gr)				
Humedad, w (%)	0.00%	0.00%	0.00%	

LIMITE PLASTICO

Cápsula N°	1	2
Nombre de cápsula		
Peso de cápsula (gr)		
P. cap+suelo húmedo(gr)		
P. cap+suelo seco (gr)		
Humedad, w (%)	0.00%	

RESULTADOS


LIMITE LIQUIDO (%)	0.00%
LIMITE PLASTICO (%)	0.00%
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

Ensayo efectuado al material pasante a la malla #40
La muestra se realizó en la copa de Casagrande
El suelo no presenta plasticidad NP



MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  GERARDO MAURICIO COAQUIRA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 280155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		Calicata	C-03
	RELACION DENSIDAD- HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO)		Fecha	19/06/2022
	MTC E 115		Página	1 de 1

Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PLASTÓN PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VÍA LA ESTACION - CATARATAS DE CAPULI, PIEDRAHITA
Descripción: SUELO NATURAL CON 10% ADICIÓN DE PLASTÓN
Solicitante: KEVIN MORALES - SHIRLEY CORNEJO
Ubicación: VÍA HACIA CATARATAS DE CAPULI, YUMA - ARAUCO, P.
Coordenadas: 8204626 N
Profundidad: 7.50 m

Peso del molde (g)	5990.30	Altura (cm)	11.595	METODO	N° de capas	5	
Diámetro (cm)	15.217	Volumen(cm3)	2108.72	C	6"	Golpes * capa	50


Molde	1	2	3	4	5
Peso molde + suelo húmedo (gr)	9380.80	9482.60	9574.40	8590.10	
Peso molde (gr)	5990.30	5990.30	5990.30	5990.30	
Peso de suelo húmedo (gr)	3390.50	3492.30	3584.10	3599.80	
Volumen molde (cm3)	2108.72	2108.72	2108.72	2108.72	
Densidad húmeda, Y (gr/cm3)	1.608	1.656	1.700	1.707	

Capsula N°	TP 13	TP 22	TP 25	TP 26	TP 27	TP 28	TP 17	TP 20
Peso capsula+suelo húmedo (gr)	54.58	56.45	60.14	55.27	53.45	54.53	54.45	56.36
Peso capsula+suelo seco (gr)	52.17	53.80	56.67	52.24	49.72	50.82	50.37	52.06
Peso de capsula (gr)	23.60	23.91	23.59	24.14	22.40	23.92	24.34	23.53
Contenido de Humedad (w%)	8.44	8.65	10.49	10.78	13.65	13.79	15.87	15.07
Humedad prom (w%)	8.54		10.64		13.72		15.37	
Densidad seca (gr/cm3)	1.481		1.497		1.495		1.480	



Humedad óptima (%)	12.01
Densidad seca máxima (g/cm3)	1.500

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  GERARDO MAURICIO COAGUILA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 280155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		Calicata	C-03
	CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)		Fecha	19/06/2022
	ASTM D 1883-16		Página	1 de 1

Proyecto	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PULITON PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VÍA LA ESTACION - CATARATAS DE CAPUJA - AREQUIPA		
Descripción	SUELO NATURAL CON 10% ADICION DE PULITON	Coordenadas	829428.19 N
Solicitante	KEVIN MARQUEZ - SHARLEY CORNEJO		212503.98 E
Ubicación	VIA HACIA CATARATAS DE CAPUJA - YURA - AREQUIPA	Profundidad	1.50 m

COMPACTACION C B R

Diametro del Pistón (mm)	49.83	Altura de disco espaciador (cm)	6.390
--------------------------	-------	---------------------------------	-------

MOLDE	MOLDE N°1		MOLDE N°2		MOLDE N°3	
N°Golp y Capa	10		25		56	
Altura Molde (cm)	17.769		17.769		17.769	
Diametro (cm)	15.189		15.189		15.189	
Peso del Molde (gr)	8438.00		8442.00		8264.00	
P. molde + suelo humedo (gr)	11618.00		11808.00		11826.00	
Peso de suelo humedo (gr)	3180.00		3366.00		3562.00	
Volumen molde (cm3)	2061.83		2061.83		2061.83	
Densidad humeda, Y (gr/cm3)	1.54		1.83		1.73	
Capasula N°	13	22	25	26	27	28
P. capsula+suelo humedo (gr)	60.14	55.27	53.45	54.53	54.45	56.36
Peso capsula+suelo seco (gr)	56.36	52.02	50.37	51.42	51.25	53.12
Peso de capsula (gr)	23.60	23.91	23.59	24.14	22.40	23.92
Contenido de Humedad (w%)	11.54	11.56	11.50	11.40	11.09	11.10
Humedad prom (w%)	11.55		11.45		11.09	
Densidad seca (gr/cm3)	1.383		1.465		1.555	

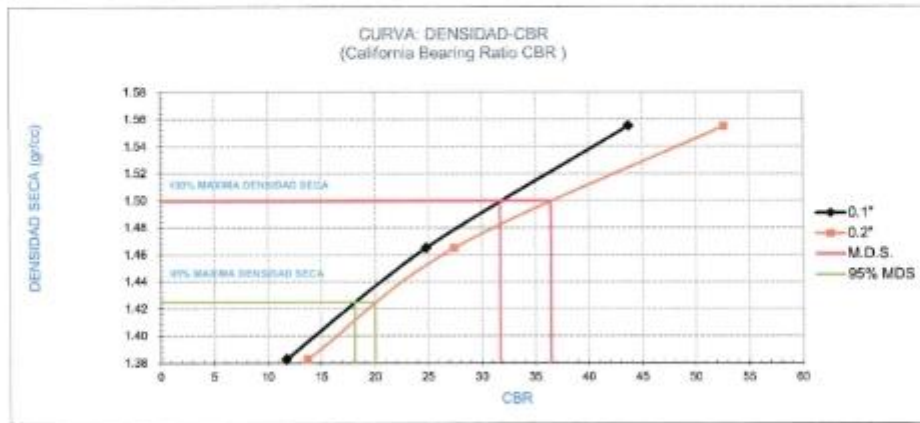
ENSAYO DE EXPANSION

TEMPO ACUMULADO		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
(Hs)	(Dias)	Dial "0.001"	HINCHAMIENTO		Dial "0.001"	HINCHAMIENTO		Dial "0.001"	HINCHAMIENTO	
			mm	(%)		mm	(%)		mm	(%)
0	0	160	4.064	0.000	228	5.791	0.000	535	13.589	0.000
24	1	165	4.191	0.112	233	5.918	0.112	540	13.716	0.112
48	2	167	4.242	0.156	235	5.969	0.156	543	13.792	0.179
72	3	168	4.267	0.179	237	6.020	0.201	545	13.843	0.223
96	4	169	4.293	0.201	238	6.045	0.223	545	13.843	0.223

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
(mm)	(pulg)	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm2)	CBR %	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm2)	CBR %	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm2)	CBR %
0.00	0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.64	0.025	6.65	0.3		62.38	3.2		72.79	3.8	
1.27	0.050	65.14	3.4		167.45	8.7		223.58	11.6	
1.91	0.075	114.53	5.9		265.66	13.7		422.01	21.8	
2.54	0.100	159.33	8.2	11.71	337.51	17.4	24.81	594.79	30.7	43.73
3.18	0.125	199.58	10.3		400.22	20.7		752.08	38.9	
3.81	0.150	230.84	11.9		441.77	22.8		869.94	45.0	
5.08	0.200	279.88	14.5	13.72	558.69	28.9	27.38	1073.94	55.5	52.64
6.35	0.250	315.49	16.3		681.72	35.2		1259.40	65.1	
7.62	0.300	355.49	18.4		804.34	41.6		1418.13	73.3	
10.16	0.400	439.72	22.7		1016.40	52.5		1640.00	84.8	
12.70	0.500	501.61	25.9		1220.95	63.1		1856.35	96.0	

GRAFICOS



Densidad seca máxima (g/cm ³)	1.500	al 95%	1.425
---	-------	--------	-------

*M.D.S.: Máxima Densidad Seca, Dato del ensayo de Proctor Modificado

C.B.R. 0.1" Para el 100% de la M.D.S.	31.70%
C.B.R. 0.2" Para el 100% de la M.D.S.	36.45%

C.B.R. 0.1" Para el 95% de la M.D.S.	18.10%
C.B.R. 0.2" Para el 95% de la M.D.S.	20.00%

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
<p style="text-align: center; font-size: small;">V°B° DEL LABORATORIO</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p style="text-align: center; font-size: small;">FIRMA</p> <p style="font-size: x-small;">Nombre y firma:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="font-size: x-small; text-align: center;"> GERARDO MAURICIO COAQUILA VALDOVINA Ingeniero Civil CIP N° 280155 </p>

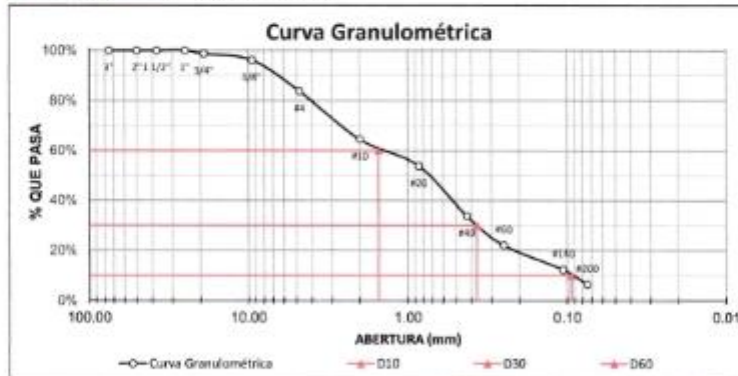
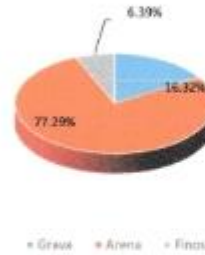
**INCORPORACION DE 15%
DE PULITON – C03**

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		
	ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107		Calicata: C-03
			Fecha: 19/06/2022
			Página: 1 de 1

Proyecto	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO PLUTÓN PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VÍA CA ESTACIÓN - CATARATAS DE CAPUA, AREQUIPA	Coordenadas	8204528.15 N 212563.88 E
Descripción	SUELO NATURAL CON 1% ADICIÓN DE PLUTÓN	Profundidad	1.50 m
Solicitante	KEVIN MARQUEZ - DARLEY CORNEJO		
Ubicación	VIA HACIA CATARATAS DE CAPUA - TURA - AREQUIPA		

PESO DE MUESTRA (gr)	
M. Seca	1514.90
M. Lavada	1471.60
Perdida por lavado	43.30

ABERTURA (mm)	TAMIZ A.S.T.M	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RETENIDO ACUMULADO	(%) QUE PASA
75.00	3"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
60.00	2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
37.50	1 1/2"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
25.00	1"	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
19.00	3/4"	20.27	1.31%	1.31%	98.69%
9.50	3/8"	38.97	2.53%	3.84%	96.16%
4.750	#4	192.46	12.48%	16.32%	83.68%
2.000	#10	297.07	19.26%	35.58%	64.42%
0.850	#20	166.52	10.73%	46.32%	53.68%
0.425	#40	307.71	19.96%	66.27%	33.73%
0.250	#60	180.46	11.70%	77.97%	22.03%
0.106	#140	150.05	9.73%	87.70%	12.30%
0.075	#200	91.21	5.91%	93.61%	6.39%
FONDO + LAVADO		98.47	6.39%	100.00%	0.00%
TOTAL		1542.19	100.00%		



Tamaño Máximo Absoluto = 1"	D10 = 0.094 mm	Cu = 16.3
Tamaño Máximo Nominal = 3/4"	D30 = 0.360 mm	Cc = 0.950
	D60 = 1.527 mm	

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO 	FIRMA Nombre y firma:  GERARDO MÉRICO OCAÑA VALDORA Ingeniero Civil CIP N° 280155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		
	DETERMINACION LIMITES DE CONSISTENCIA MTC E 110 - E 111		Calicata: C-03
			Fecha: 19/06/2022
			Página: 1 de 1
Proyecto	ESTABLECIMIENTO DE BARRILES INCORPORANDO PULVERIZADO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTOS DE LA VÍA LA ESTACION - CATAMAYAS DE CAPMA, AREQUIPA		
Descripción	SUELO NATURAL CON TINA ADICION DE PLASTICO		Coordenadas: 6274028.19 N
Solicitante	WENY MARQUEZ - INRIEY CONCRETO		272503.98 E
Ubicación	VIA WASHI-CATAMAYAS DE CAPMA, YOTA - AREQUIPA		Profundidad: 1.50 m

LIMITE LIQUIDO

Cápsula N°	1	2	3	4
Nombre Cápsula				
Número de golpes				
Peso de cápsula (gr)				
P. cap+suelo húmedo(gr)				
P. cap+suelo seco (gr)				
Humedad, ω (%)	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

LIMITE PLASTICO

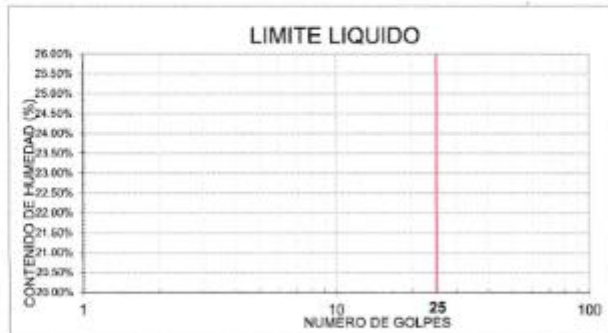
Cápsula N°	1	2
Nombre de cápsula		
Peso de cápsula (gr)		
P. cap+suelo húmedo(gr)		
P. cap+suelo seco (gr)		
Humedad, ω (%)	0.00%	0.00%

RESULTADOS


LIMITE LIQUIDO (%)	0.00%
LIMITE PLASTICO (%)	0.00%
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

Ensayo efectuado al material pasando a la malla #40
La muestra se realizó en la copa de Casagrande
El suelo no presenta plasticidad NP



MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VºBº DEL LABORATORIO	FIRMA
	Nombre y firma:  GERARDO MAURICIO OGAQUIRA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 280155

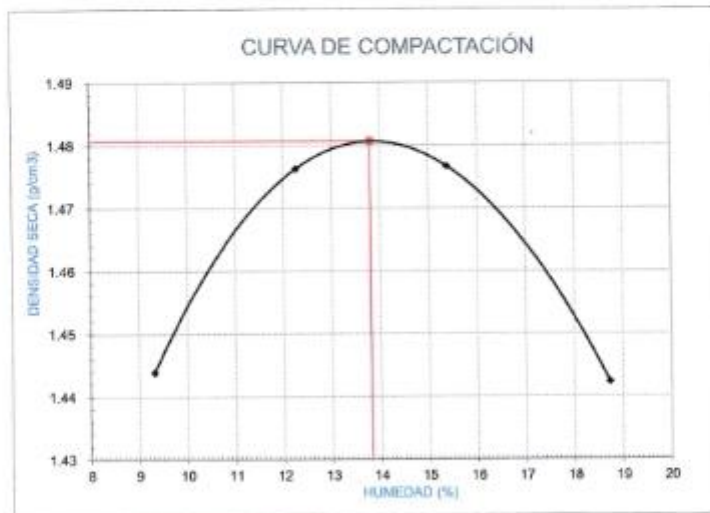
	MARCOR CONSTRUCTORA SRL		Calicata	C-03
	RELACION DENSIDAD- HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO)		Fecha	19/06/2022
	MTG E 115		Página	1 de 1

Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS INCORPORANDO FULCIÓN PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA
 114 LA ESTACION - CATARATAS DE CAPIA, AREQUIPA
Descripción: SUELO NATURAL CON 15% ADICION DE FULCIÓN
Solicitante: KEVIN MARQUEZ - SHIRLEY CORREJO
Ubicación: VÍA PANDE CATARATAS DE CAPIA - TURA - AREQUIPA
Coordenadas: 3204228 N
Profundidad: 1.00 m

Peso del molde (g)	5990.30	Altura (cm)	11.595	METODO	N° de capas	5	
Diámetro (cm)	15.217	Volumen (cm³)	2108.72	C	6"	Golpes * capa	56


Molde	1	2	3	4	5
Peso molde + suelo húmedo (gr)	9318.80	9485.30	9583.20	9601.40	
Peso molde (gr)	5990.30	5990.30	5990.30	5990.30	
Peso de suelo húmedo (gr)	3328.50	3495.00	3592.90	3611.10	
Volumen molde (cm³)	2108.72	2108.72	2108.72	2108.72	
Densidad húmeda, Y (gr/cm³)	1.578	1.657	1.704	1.712	

Capsula N°	TP 21	TP 19	TP 11	TP 17	TP 4	TP 14	TP 16	TP 12
Peso capsula+suelo húmedo (gr)	56.04	53.85	58.22	56.89	56.43	52.38	56.21	56.70
Peso capsula+suelo seco (gr)	53.34	51.20	54.40	53.19	52.13	48.19	51.24	51.49
Peso de capsula (gr)	23.76	23.34	23.73	22.57	24.04	21.10	24.34	24.06
Contenido de Humedad (w%)	9.13	9.51	12.46	12.08	15.31	15.47	18.48	18.99
Humedad prom (w%)	9.32		12.27		15.39		16.73	
Densidad seca (gr/cm³)	1.444		1.478		1.477		1.442	



Humedad óptima (%)	13.80
Densidad seca máxima (g/cm³)	1.481

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
VP° DEL LABORATORIO 	FIRMA Nombre y firma:  GERARDO MARCELO COACUARA VALDIVIA Ingeniero Civil CIP N° 250155

	MARCOR CONSTRUCTORA SRL			
	CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) ASTM D 1883-16		Calicata	C-03
			Fecha	19/06/2022
			Página	1 de 1

Proyecto	ESTABLACION DE SUELOS INCORPORANDO PULITON PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VIA LA ESTACION - CATARATAS DE CAPULI, AREQUIPA		
Descripción	SUELO NATURAL CON 18% ADICION DE PULITON	Coordenadas	8204820.18 N 743504.98 E
Solicitante	KEVIN MARQUEZ - SHIRLEY CORNEJO	Profundidad	1.50 m
Utilización	VIA HACIA CATARATAS DE CAPULI-YURA - AREQUIPA		

COMPACTACION C B R

Diametro del Pistón (mm)	49.63	Altura de disco espaciador (cm)	6.390
--------------------------	-------	---------------------------------	-------

MOLDE	MOLDE N°1		MOLDE N°2		MOLDE N°3	
N°Golp x Capa	10		25		56	
Altura Molde (cm)	17.769		17.769		17.769	
Diametro (cm)	15.189		15.189		15.189	
Peso del Molde (gr)	8438.00		8442.00		8264.00	
P. molde + suelo húmedo (gr)	11618.00		11806.00		11826.00	
Peso de suelo húmedo (gr)	3180.00		3366.00		3562.00	
Volumen molde (cm ³)	2061.83		2061.83		2061.83	
Densidad húmeda, Y (gr/cm ³)	1.54		1.63		1.73	
Capasula N°	21	19	11	17	4	14
P. capsula+suelo húmedo (gr)	58.22	56.89	56.43	52.38	56.21	56.70
Peso capsula+suelo seco (gr)	54.21	52.98	52.65	48.96	52.65	52.75
Peso de capsula (gr)	23.76	23.34	23.73	22.57	24.04	21.10
Contenido de Humedad (w%)	13.17	13.19	13.07	13.00	12.44	12.48
Humedad prom (w%)	13.18		13.04		12.46	
Densidad seca (gr/cm ³)	1.363		1.444		1.536	

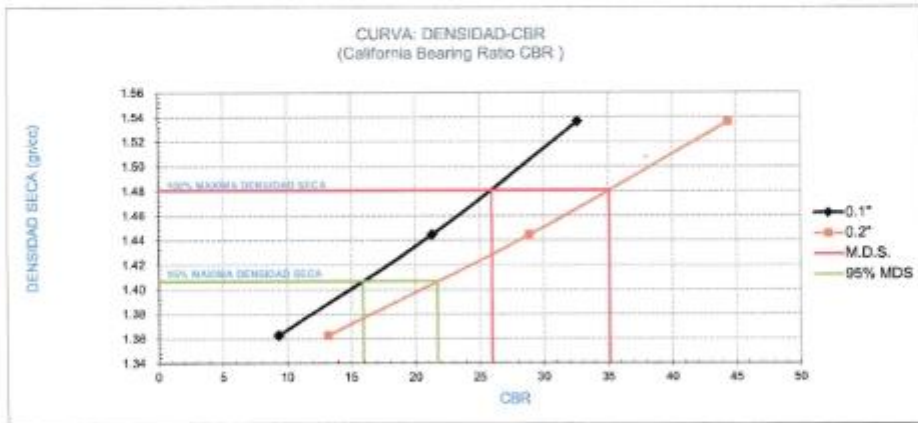
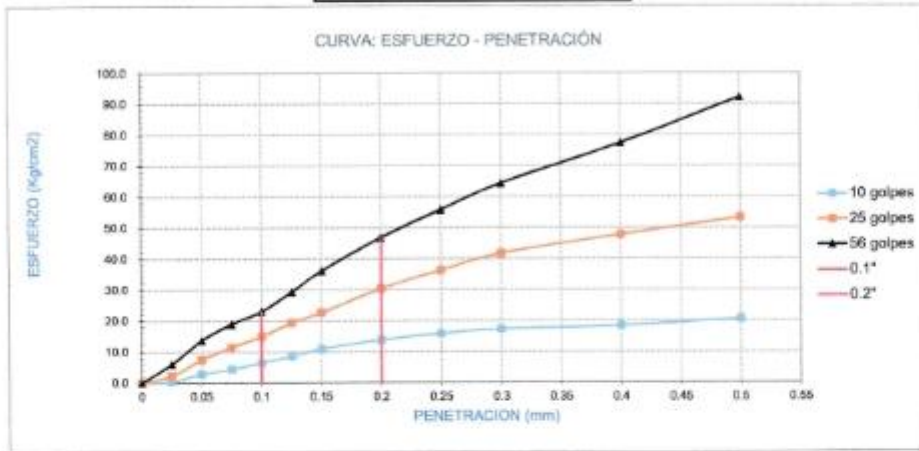
ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO		MOLDE N°1			MOLDE N°2			MOLDE N°3		
ACUMULADO	(Días)	Dial	HINCHAMIENTO		Dial	HINCHAMIENTO		Dial	HINCHAMIENTO	
		"0.001"	mm	(%)	"0.001"	mm	(%)	"0.001"	mm	(%)
0	0	162	4.115	0.000	225	5.715	0.000	540	13.716	0.000
24	1	170	4.318	0.179	235	5.969	0.223	550	13.970	0.223
48	2	174	4.420	0.268	237	6.020	0.268	552	14.021	0.268
72	3	176	4.470	0.313	239	6.071	0.313	554	14.072	0.313
96	4	177	4.496	0.335	239	6.071	0.313	555	14.097	0.335

ENSAYO CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
(mm)	(pulg)	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	CBR %	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	CBR %	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	CBR %
0.00	0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.64	0.025	8.89	0.5		44.75	2.3		115.10	5.9	
1.27	0.050	55.49	2.9		144.78	7.5		263.55	13.6	
1.91	0.075	87.88	4.5		223.01	11.5		365.95	18.9	
2.54	0.100	126.95	6.6	9.33	289.84	15.0	21.31	444.09	23.0	32.65
3.18	0.125	166.15	8.6		375.04	19.4		565.81	29.2	
3.81	0.150	212.36	11.0		438.35	22.7		696.89	36.0	
5.08	0.200	269.10	13.9	13.19	568.81	30.4	28.86	905.43	46.8	44.38
6.35	0.250	308.01	15.9		703.58	36.4		1079.13	55.8	
7.62	0.300	336.26	17.4		807.43	41.7		1243.56	64.3	
10.16	0.400	357.43	18.5		924.58	47.8		1494.97	77.3	
12.70	0.500	399.68	20.7		1030.90	53.3		1780.09	92.0	

GRAFICOS



Densidad seca máxima (g/cm ³)	1.481	al 95%	1.407
---	-------	--------	-------

*M.D.S.: Maxima Densidad Seca, Dato del ensayo de Proctor Modificado

C.B.R. 0.1" Para el 100% de la M.D.S.	25.95%
C.B.R. 0.2" Para el 100% de la M.D.S.	35.10%

C.B.R. 0.1" Para el 95% de la M.D.S.	15.90%
C.B.R. 0.2" Para el 95% de la M.D.S.	21.70%

MARCOR CONSTRUCTORA SRL	
<p style="text-align: center; font-size: small;">V/B^o DEL LABORATORIO</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p style="text-align: center; font-size: small;">FIRMA</p> <p style="font-size: x-small;">Nombre y firma:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="font-size: x-small; text-align: center;"> GERARDO MAURICIO COAGUERA VALDERRAMA Ingeniero Civil CIP N° 260155 </p>



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, TEODORA MARGARITA GALLO GALLO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CALLAO, asesor de Tesis titulada: "Estabilización de suelos incorporando pulitón para el diseño del pavimento en la vía La Estación – Cataratas de Capua, Arequipa", cuyos autores son CORNEJO CHOQUE SHIRLEY ESTEFANI, MARQUEZ AGAMA KEVIN DOUGLAS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 08 de Setiembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
TEODORA MARGARITA GALLO GALLO DNI: 16487399 ORCID: 0000-0001-5793-3811	Firmado electrónicamente por: T GALLOGA el 08-09- 2022 10:28:39

Código documento Trilce: TRI - 0427380