



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Evaluación de la resistencia al deslizamiento en el pavimento flexible mejorado con el hidróxido de calcio, Lima-2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORA:

Br. Ugarte Camones, Sofia Estefani (ORCID: 0000-0001-9415-8914)

ASESORA:

Mg. Ing. Arriola Moscoso Cecilia (ORCID: 0000-0003-2497-294X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2019

DEDICATORIA

Este desarrollo de proyecto de investigación es dedicado en primer lugar a Dios y a mi madre Reyna, a mis hermanas Blanca y Paola; y Ricardo; por su apoyo absoluto y su muestra de cariño.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad César Vallejo por la enseñanza brindada a lo largo de toda mi formación profesional de la carrera de Ingeniería Civil.

A la Mg. Ing. Cecilia Arriola Moscoso, por su dedicación, apoyo y orientación para el término y presentación de la tesis.

A mi familia por su amor, dedicación y apoyo en este proceso de formación profesional.

A mis compañeros por el apoyo y ayuda que me brindaron en terminar la tesis.

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Declaratoria de Originalidad del Autor


Yo, **UGARTE CAMONES, Sofia Estefani** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

“Evaluación de la resistencia al deslizamiento en el pavimento flexible mejorado con el hidróxido de calcio, Lima - 2019”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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 17 de diciembre del 2019

Apellidos y Nombres del Autor UGARTE CAMONES, Sofia Estefani	
DNI: 75795550	Firma 
ORCID: 0000-0001-9415-8914	

 INVESTIGA
UCV

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PÁGINA DEL JURADO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.MÉTODO.....	25
2.1 Tipo y diseño de investigación.....	26
2.2. Operacionalización de variables.....	28
2.3 Población, muestra y muestreo.....	30
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	31
2.5 Procedimiento.....	34
2.6 Método de análisis de datos.....	36
2.7 Aspectos éticos:.....	36
III.RESULTADOS.....	37
3.1 Descripción de la zona de ubicación.....	38
3.2 Análisis de resultados.....	40
3.3 Contrastación de hipótesis.....	91
IV.DISCUSIÓN.....	97
V.CONCLUSIONES.....	102
VI.RECOMENDACIONES.....	104
REFERENCIAS.....	106
ANEXOS.....	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Av. Tomás Valle.....	4
Figura 2. Av. Universitaria con Av. Tomás Valle.....	4
Figura 3. Av. Huandoy.....	4
Figura 4. Gráfico de distribución del peso en la capa de rodadura hasta la subbase.....	14
Figura 5. Corte transversal de la sección del pavimento flexible.....	15
Figura 6. Falla estructural ante carga vehicular.....	16
Figura 7. Máquina de carga de comprensión.....	21
Figura 8. Procedimiento.....	35
Figura 9. Mapa de ubicación de Lima.....	38
Figura 10. Curva granulométrica de la arena.....	42
Figura 11. Curva granulométrica de la grava.....	44
Figura 12. Parámetros de los agregados.....	65
Figura 13. Peso unitario.....	77
Figura 14. Número de vacíos.....	78
Figura 15. Vacíos del agregado mineral.....	78
Figura 16. Vacíos llenos de cemento asfáltico.....	79
Figura 17. Polvo vs asfalto.....	79
Figura 18. Flujo.....	80
Figura 19. Estabilidad.....	80
Figura 20. Peso Unitario.....	86
Figura 21. Número de vacíos.....	87
Figura 22. Vacíos del agregado mineral.....	87
Figura 23. Vacíos llenos de cemento asfáltico.....	88
Figura 24. Polvo vs Asfalto.....	88
Figura 25. Flujo.....	89
Figura 26. Estabilidad.....	89
Figura 27. Resultado de Índice de plasticidad de acuerdo a las dosificaciones.....	95
Figura 28. Resultado de Ensayo de Riedel Weber.....	95
Figura 29. Resultado de Ensayo de Marshall.....	96
Figura 30. Selección de los tamices.....	130
Figura 31. Peso seco de la arena y grava.....	130

Figura 32. Secado de la grava y arena en el horno.....	131
Figura 33. Vaciado de la grava seca en los tamices.....	131
Figura 34. Peso seco del agregado grueso y fino.....	132
Figura 35. Equipos para el Ensayo de Índice de plasticidad de la malla N°200.....	132
Figura 36. Realización del ensayo de límite líquido.....	133
Figura 37. Realización del ensayo de límite plástico (rollito de 3 mm).....	133
Figura 38. Clasificación en dos grupos de caras fracturadas de cada tamiz.....	134
Figura 39. Tamización de los agregados grueso para partículas chatas y alargadas.....	134
Figura 40. Clasificación de las partículas chatas y alargadas de los agregados gruesos...135	
Figura 41. Sales solubles totales del agregado fino y grueso.....	135
Figura 42. Sales solubles del agregado fino.....	136
Figura 43. Ensayo de equivalente de arena.....	136
Figura 44. Medición de altura de equivalente de arena.....	137
Figura 45. Selección de los agregados gruesos para la realización del diseño de mezcla asfáltica.....	137
Figura 46. Adición de 0,5% de hidróxido de calcio en cemento asfáltico óptimo teórico.....	138
Figura 47. Adición de cemento asfáltico para la elaboración de la briqueta.....	138
Figura 48. Mezcla de los agregados, 0,5 de hidróxido de calcio y cemento asfáltico.....	139
Figura 49. Elaboración de las briquetas con 75 golpes en cada cara.....	139
Figura 50. Desmontaje de briquetas con diversas dosificaciones de cemento asfáltico... 140	
Figura 51. Colocación de las briquetas en baño maría.....	140
Figura 52. Colocación de la mezcla asfáltica en el equipo Rice.....	141
Figura 53. Colocación de las briquetas en el equipo Marshall.....	141
Figura 54. Mezcla del agregado grueso con el cemento asfáltico.....	142
Figura 55. Muestra del ensayo de Stripping-Adherencia de agregado grueso.....	142
Figura 56. Equipos y materiales para realización del ensayo de Riedel Weber y Stripping.....	143
Figura 57. Agregado fino después de la ebullición junto del hidróxido de calcio con cemento asfáltico.....	143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Tabla de retención máxima por tamiz</i>	16
Tabla 2. <i>Diámetro de los tamices</i>	17
Tabla 3. <i>Condiciones para la granulometría para agregado fino</i>	17
Tabla 4. <i>Condiciones para el análisis de granulometría</i>	18
Tabla 5. <i>Límite de retracción o contracción, plástico y líquido</i>	19
Tabla 6. <i>Cuadro de adhesividad</i>	20
Tabla 7. <i>Cuadro de Operalización de la variable</i>	29
Tabla 8. <i>Tabla de muestra de ensayos en agregados</i>	30
Tabla 9. <i>Tabla de muestra de ensayos en la mezcla asfáltica</i>	31
Tabla 10. <i>Tabla de instrumentos</i>	32
Tabla 11. <i>Tabla de validez</i>	33
Tabla 12. <i>Tabla de confiabilidad</i>	34
Tabla 13. <i>Tabla de expertos</i>	34
Tabla 14. <i>Tabla de Ubicación</i>	38
Tabla 15. <i>Material pasante por los tamices “Muestra de la arena”</i>	40
Tabla 16. <i>Contenido de humedad de la arena</i>	41
Tabla 17. <i>Cuadro de material pasante por los tamices de la grava</i>	43
Tabla 18. <i>Contenido de humedad de la grava</i>	43
Tabla 19. <i>Durabilidad de Piedra chancada</i>	45
Tabla 20. <i>Abrasión de la máquina de los Ángeles</i>	45
Tabla 21. <i>Resultados de índice de durabilidad</i>	46
Tabla 22. <i>Agregado Grueso Original</i>	46
Tabla 23. <i>Partículas chatas y alargadas</i>	47
Tabla 24. <i>Con una cara fracturada</i>	48
Tabla 25. <i>Con dos caras fracturadas</i>	49
Tabla 26. <i>Sales solubles</i>	50
Tabla 27. <i>Equivalente de arena (arena gruesa)</i>	51
Tabla 28. <i>Angularidad de muestra arena gruesa</i>	52
Tabla 29. <i>Resultado de azul de metileno</i>	53
Tabla 30. <i>Índice plástico de la malla N°40</i>	53
Tabla 31. <i>Índice de durabilidad del agregado fino</i>	54
Tabla 32. <i>Resultados de Sales Solubles Totales del agregado fino</i>	54

Tabla 33. <i>Límite líquido patrón</i>	56
Tabla 34. <i>Límite Plástico</i>	56
Tabla 35. <i>Índice Plástico</i>	57
Tabla 36. <i>Límite Líquido con 1% de Hidróxido de calcio</i>	57
Tabla 37. <i>Límite Plástico con 1% de Hidróxido de calcio</i>	58
Tabla 38. <i>Índice Plástico con 1% de Hidróxido de calcio</i>	58
Tabla 39. <i>Límite Líquido con 1.50 % de Hidróxido de calcio</i>	59
Tabla 40. <i>Límite Plástico con 1.50 % de Hidróxido de calcio</i>	59
Tabla 41. <i>Índice Plástico con 1.50 % de Hidróxido de calcio</i>	60
Tabla 42. <i>Límite Líquido con 2 % de Hidróxido de calcio</i>	60
Tabla 43. <i>Límite Plástico con 2 % de Hidróxido de calcio</i>	61
Tabla 44. <i>Índice Plástico con 2 % de Hidróxido de calcio</i>	61
Tabla 45. <i>Adherencia patrón de la arena</i>	62
Tabla 46. <i>Adherencia de la arena con 1% de hidróxido de calcio</i>	62
Tabla 47. <i>Adherencia de la arena con 1.50% de hidróxido de calcio</i>	63
Tabla 48. <i>Adherencia de la arena con 2% de hidróxido de calcio</i>	63
Tabla 49. <i>Adherencia de la grava</i>	64
Tabla 50. <i>Granulometría de los agregados</i>	64
Tabla 51. <i>Cantidad de agregados</i>	65
Tabla 52. <i>Peso unitario suelto del agregado grueso</i>	66
Tabla 53. <i>Peso unitario compactado del agregado grueso</i>	67
Tabla 54. <i>Peso unitario suelto del agregado grueso</i>	67
Tabla 55. <i>Peso unitario compactado del agregado grueso</i>	68
Tabla 56. <i>Peso específico y absorción del agregado grueso</i>	69
Tabla 57. <i>Peso específico y absorción del agregado fino</i>	70
Tabla 58. <i>Gradación</i>	71
Tabla 59. <i>Asfáltico teórico</i>	72
Tabla 60. <i>Peso de los agregados y asfalto</i>	72
Tabla 61. <i>Diseño de mezcla asfáltica 4,0% con adición de 0,5% de hidróxido de calcio</i> ... 73	
Tabla 62. <i>Diseño de mezcla asfáltica 4,5% con adición de 0,5% de hidróxido de calcio</i> ... 74	
Tabla 63. <i>Diseño de mezcla asfáltica 5,0% con adición de 0,5% de hidróxido de calcio</i> ... 75	
Tabla 64. <i>Diseño de mezcla asfáltica 5,5% con adición de 0,5% de hidróxido de calcio</i> ... 76	
Tabla 65. <i>Ensayo de gravedad específica(rice)</i>	77

Tabla 66. <i>Características con 5,2% de cemento asfáltico</i>	81
Tabla 67. <i>Estabilidad / Flujo de 5,2% de cemento asfáltico</i>	81
Tabla 68. <i>Índice de Compactibilidad</i>	81
Tabla 69. <i>Características del 5,2% de cemento asfáltico óptimo</i>	82
Tabla 70. <i>Diseño de mezcla asfáltica 5,2% con adición de 1% de hidróxido de calcio</i>	83
Tabla 71. <i>Diseño de mezcla asfáltica 5,2% con adición de 1,5% de hidróxido de calcio</i> ...	84
Tabla 72. <i>Diseño de mezcla asfáltica 5,2% con adición de 2% de hidróxido de calcio</i>	85
Tabla 73. <i>Gravedad específica – Rice</i>	86
Tabla 74. <i>Parámetros de diseño con dosificaciones de hidróxido de calcio</i>	90
Tabla 75. <i>Resultado de 1% de hidróxido de calcio en índice de plasticidad, adherencia y resistencia</i>	90
Tabla 76. <i>Resultados de Índice de Plasticidad</i>	91
Tabla 77. <i>Resultados de adherencia de agregados finos</i>	92
Tabla 78. <i>Resultados de adherencia de agregados gruesos</i>	92
Tabla 79. <i>Resultados de Estabilidad y Flujo con el Hidróxido de calcio</i>	93
Tabla 80. <i>Resultados de ensayos con dosificaciones de hidróxido de calcio</i>	94

RESUMEN

La tesis presentada lleva por título “Evaluación de la resistencia al deslizamiento en el pavimento flexible mejorado con el hidróxido de calcio, Lima-2019”, el objetivo es evaluar la influencia del hidróxido de calcio en la mejora de la resistencia al deslizamiento del pavimento flexible, Lima 2019. La investigación es de enfoque cuantitativo, tipo aplicada, nivel explicativo y diseño de experimentación transversal. La finalidad es verificar la resistencia al deslizamiento del pavimento flexible basado con los agregados en conjunto con el cemento asfáltico añadiendo el hidróxido de calcio con pureza de 38%.

Por ello, la población es infinita ya que abarca todos los ensayos para los agregados y la mezcla asfáltica del pavimento flexible debido, el muestreo es de forma de no probabilística por conveniencia y la muestra son los ensayos de Límites de Atterberg, Riedel Weber, Stripping y Ensayo Marshall; con adición de hidróxido de calcio de 1%, 1,5%, 2% y el diseño patrón.

Por ende, se realizaron los ensayos que son: los límites de Atterberg donde disminuye el índice de plasticidad con la adición de hidróxido de calcio de 1% de 3.4%, posteriormente se evaluó la adherencia de los agregados mediante los ensayos de Riedel Weber y Stripping dando como resultado que el hidróxido de calcio influye hasta una concentración de $M/16 = 6,625 \text{ gr./lt Na}_2\text{CO}_3$ en el agregado fino y más de 95% en el agregado grueso, finalmente se realiza el Ensayo Marshall la resistencia que presenta los agregados con la mezcla asfáltica con la adición del hidróxido de calcio primero se analizó la calidad de los agregados y luego se realizó el ensayo en base a las Normas del MTC y al Manual de Carreteras.

Palabras clave: hidróxido de calcio, Método Marshall, Riedel Weber, Stripping.

ABSTRACT

The thesis presented is entitled "Evaluation of slip resistance in flexible pavement improved with calcium hydroxide, Lima-2019", the objective is to evaluate the influence of calcium hydroxide in improving the sliding resistance of flexible pavement, Lima 2019. The research is of quantitative approach, applied type, explanatory level and design of transversal experimentation. The purpose is to verify the sliding resistance of the flexible pavement based on aggregates in conjunction with asphalt cement by adding calcium hydroxide with a purity of 38%.

Therefore, the population is infinite since it covers all tests for aggregates and the asphalt mix of the flexible pavement due, the sampling is non-probabilistic for convenience and the sample is the Atterberg, Riedel Weber, Stripping Limit tests. and Marshall essay; with the addition of calcium hydroxide of 1%, 1.5%, 2% and the standard design.

Therefore, the tests were carried out which are: the limits of Atterberg where the plasticity index decreases with the addition of calcium hydroxide of 1% of 3.4%, subsequently the adhesion of the aggregates was evaluated by means of the Riedel Weber and Stripping tests resulting in calcium hydroxide influences up to a concentration of $M / 16 = 6,625 \text{ gr./lt}$ Na_2CO_3 in the fine aggregate and more than 95% in the thick aggregate, the Marshall Test is finally carried out the resistance presented by the aggregates with Asphalt mixing with the addition of calcium hydroxide, the quality of the aggregates was first analyzed and then the test was performed based on the MTC Standards and the Road Manual.

Keywords: calcium hydroxide, Marshall method, Riedel Weber, Stripping.

I. INTRODUCCIÓN

Realidad problemática

Actualmente, el medio de comunicación más utilizado a nivel mundial son las carreteras debido a la necesidad que tiene las personas en mantenerse comunicados y a la comodidad de poder transportarse de un lugar a otro.

Una de las características principales que debe tener los pavimentos es una adecuada resistencia al deslizamiento debido al tránsito y a las cargas vehiculares sobre los pavimentos ya que, las calzadas son degradadas debido a la cantidad de vehículos que pasan durante el transcurso del tiempo ocasionando fallas en la superficie del pavimento provocando de esa manera fallas tanto funcionales como estructurales como también de manera principal que los agregados sean de mala calidad provocando con el transcurso del tiempo el desprendimiento de los agregados. Ante ello Ibrahim menciona que:

El origen de las fallas es debido a la cantidad de vehículos que pasan por la vía, principalmente sucede por la falta de adherencia de los agregados con la mezcla asfáltica provocando el desprendimiento de ella en poco tiempo de implementado (2007, p.3).

La resistencia al deslizamiento es uno de los temas más tocados a nivel mundial ya que, esto se debe a una adecuada adherencia que debe de tener los agregados ayudando a satisfacer la seguridad vial a los usuarios. Por ello, el tema presentado es prioritario para instituciones privadas - estatales encargadas en cada país.

Los primeros países que han implementado en su normativa o en las especificaciones de las carreteras son: Cuba, España, Inglaterra, California, Chile y Argentina; estos países mencionados anteriormente son los únicos que añadieron como características fundamentales a la superficie del pavimento.

Es decir, la adecuada resistencia al deslizamiento garantiza la seguridad de las personas, menor costo en mantenimiento de las calzadas, comodidad de las personas y menos fallas superficiales que son inicio a fallas estructurales.

En el Perú, las normas establecidas no toman en cuenta la resistencia al deslizamiento como tema de importancia en las superficies del pavimento para corroborar si se encuentra en buenas condiciones para evitar fallas superficiales originadas por falta de adherencia de los agregados como también por la falta de un químico que ayude o mejorar la resistencia y evite desprendimientos de los agregados de mala calidad.

En los últimos años, Lima es conocido como “la gran ciudad de fallas” llamada huecos o baches debido a la presencia de estas por la falta de resistencia al deslizamiento que presentan los pavimentos como características fundamentales. De acuerdo al Diario el Correo menciona que:

Donde se sabe que el 70% de las vías se encuentran en mal estado de los cuales los distritos más representativos son Breña, la Victoria, Independencia; generando de esta forma inseguridad vial tanto de los peatones como los conductores, daño en los neumáticos de los vehículos como atraso en el trayecto (2016).

En Lima se evidencia en diversos distritos las fallas de los pavimentos flexibles ocasionada por la carga de los vehículos como también la mala adherencia por parte de los agregados ocasionando que no cumplan con su tiempo de vida de servicio y, por ende, mala resistencia al deslizamiento. Según el Diario RPP Noticias menciona que:

Las características fundamentales que buscan los usuarios (conductores y peatones) es que las vías sean aptas y factibles en minimizar el tiempo de trayecto de acuerdo a su tipo de diseño por el cual fue proyectado, que cumpla el tiempo de vida útil y garantice la seguridad vial de las personas mediante las características propias que debe de tener el pavimento (2016).

Es fundamental que los pavimentos ya sean urbanos o de carretera, flexibles o rígidas; presenten las características y condiciones adecuadas para la seguridad vial.

Por ello, se recomienda realizar los correctos ensayos para los futuros proyectos viales, pero para ello, el Perú debe tener los equipos necesarios para su realización. Se debe de tener una adecuada adherencia de los agregados y evaluar la calidad de ellas antes de ser utilizado en el proyecto.

Por lo cual, se debe de realizar ensayos en las que verifiquen su resistencia y su capacidad contra el revestimiento y desprendimiento que puede sufrir a futuro los pavimentos con el transcurso del tiempo y lo que impide que se cumpla el tiempo de vida por la que fue proyectado.



Figura 1. Av. Tomás Valle

Fuente: elaboración propia



Figura 2. Av. Universitaria con Av. Tomás Valle

Fuente: elaboración propia.



Figura 3. Av. Huandoy

Fuente: elaboración propia.

Antecedentes Nacionales

De acuerdo a la referencia por parte de investigaciones como la resistencia al deslizamiento que debe de tener en la calzada, no es difundido a nivel nacional por lo cual solo cuenta con una información realizada en el Perú hace 15 años pero que demuestra que fue una de las primeras investigaciones que dió como origen que se estableciera en la norma en las propiedades de los pavimentos, de esta manera se otorga seguridad vial a las personas pero, solo en base a los ensayos de campo para saber las condiciones en las que se encuentra la vía.

Gutiérrez (2017), con la tesis que obtuvo el título de ingeniero civil *“Diseño de asfalto en caliente mejorado con el uso de cal hidratada en la Av. Camino Dibos, Ica 2017”* de la Universidad César Vallejo. En la presente tesis se originó de la problemática que los pavimentos sufren a edades tempranas un desgaste y revestimiento provocando que no cumpla con la condición de resistencia que debe de tener las calzadas y la presencia de fallas generando inseguridad vial. Debido a eso el objetivo general fue diseñar un asfalto que esté basado en primer lugar en los ensayos de los agregados, que garanticen su calidad e incorporar la cal hidratada en diversas dosificaciones comparando su resistencia entre ellas. Finalmente, se concluyó que la incorporación de la cal hidratada junto con el cemento asfáltico y los agregados otorga una mayor resistencia, estabilidad, calidad en los agregados y cumple con lo establecido dentro de los parámetros para su diseño Marshall. El aporte fue dar un mayor conocimiento acerca de un aditivo que es la cal hidratada en el ensayo Marshall lo cual, garantizó una mayor resistencia, durabilidad y disminución de la permeabilidad; beneficiando de esta forma a los pobladores de la Av. Camino Dibos del diseño del pavimento para garantizar calidad, estabilidad en el asfalto y prolongar su tiempo de vida.

Cuadros (2017), con la tesis que obtuvo el título de ingeniero civil *“Mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio – 2016”*. Presente tesis se originó de la problemática que los pavimentos en el departamento de Junín, no tienen una calidad óptima en la subrasante por lo cual surge la propuesta de añadir el óxido de calcio para mejorar en las propiedades de la subrasante por ello, ayuda a la capacidad de soporte como en la economía. Debido a eso el objetivo general fue añadir diversos porcentajes de óxido de calcio para la mejora de la estabilización tanto en las propiedades físicas como mecánicas, donde se realizó una comparación económica entre la

estabilización química y la estabilización mecánica. Finalmente, se concluyó que el suelo natural mejoró sus propiedades ante el porcentaje de 3% donde llegó a alcanzar su porcentaje óptimo más alto. Por lo cual, la estabilización química en base al suelo natural añadido el 3% de calcio ayudó a mejorar la subrasante. El aporte principal que otorga la investigación fue en la parte económica debido a que prolongue el tiempo de vida útil del pavimento con la adición del óxido de calcio.

Llique (2014), con la tesis que obtuvo el título de ingeniero civil *“Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso”*. En la tesis presentada surge de la problemática que los suelos del departamento de Cajamarca presentan suelos arcillosos lo que ocasiona que la subrasante en los pavimentos sea inestable presentando de esta forma un elevado índice de plasticidad, que el volumen de la humedad sea mayor creando inestabilidad y que no cumpla con la capacidad de soporte. Por ello, el objetivo general es añadir la cal con diversos porcentajes que son 0%, 2%, 4% y 6% para mejorar y estabilizar el suelo arcilloso creando de esta forma la mejora tanto en propiedades físicas como mecánicas todo en base a las normas. Finalmente se concluyó que la estabilidad tiene un cambio grande ya que inicialmente se tenía un índice de plasticidad 36.87 y se redujo a un 9.23 con el porcentaje de adición de cal de 6% y 4% de cal se obtuvo un CBR de 11.48%. El aporte que otorga la investigación es importante ya que informa acerca de las propiedades de la cal y la mejora que produce al ser añadido en la subrasante con las dosificaciones correctas.

Pacheco (2019), con la tesis que obtuvo el título de ingeniero civil *“Aplicación del cloruro de calcio con material afirmado para mejorar la estabilización de la base en carreteras no pavimentadas”*. La presente investigación surge de la problemática de la inestabilidad de los suelos que son encontrados al momento de querer realizar estudios en zonas no pavimentadas, lo cual para mejorar se utiliza químicos que no afecten a las propiedades como por ejemplo el cloruro de calcio, para que otorgue un adecuado comportamiento en cuanto a su función de tránsito de vehículos; sin añadir productos estabilizantes que son vendidos por diversas empresas lo cual crea mayor costo y aumenta la contaminación ambiental. Por ello, el objetivo de la investigación es añadir en diversos porcentajes el cloruro de calcio para realizar una comparación de ambas y saber cuál es la más apta y otorga mayor estabilidad en la base del pavimento creando de esta forma una adecuada capacidad de soporte y vida útil. Por lo tanto, concluyeron que al ser añadido a los ensayos diversas dosificaciones el

cloruro de calcio, se calculó mediante ensayos que el mejor químico es el cloruro de calcio, lo cual otorga estabilidad y resistencia. El aporte que otorga la investigación es que la adición del cloruro de calcio beneficia y contribuye en el aspecto ambiental ya que no genera contaminación a comparación de los diversos aditivos y no genera mayor costo en su mantenimiento y utilización.

Antecedentes Internacionales

Luego de revisar diversas fuentes de información a nivel internacional como trabajos de investigación, proyectos de investigación, revistas, artículos científicos, informes, entre otras; que fueron realizadas en diversos países, ayudó a poder formular una base para poder tomar como guía para la formulación del problema ocurrido en el Perú.

Fleites (2017), con la tesis que obtuvo el título de ingeniero civil “*Resistencia al deslizamiento y textura superficial en pavimentos flexibles en la carretera rural Santa Clara – Manicaragua*”. En la tesis tuvo como objetivo principal determinar la resistencia al deslizamiento mediante la superficie del pavimento flexible en Santa Clara – Manicaragua que realizó en el país de Cuba con el método de cono de arena y el péndulo británico, los cuales son ensayos conocidos y utilizados a nivel internacional que miden la capacidad superficial y resistencia; que surgió de la problemática de la inseguridad vehicular hacia los usuarios debido al desgaste o revestimiento que se produce con el pasar del tiempo en la superficie del pavimento creando ineficiencia e incomodidad a los transportistas como pasajeros. El proyecto parte desde la carretera de Santa Clara en Cuba donde el pavimento es la pieza fundamental de desgastes que se produce en la capa de rodadura durante el tiempo de vida útil diseñado. Por ello, para poder evaluarlo se utilizó diversos ensayos y técnicas como el cono de arena, péndulo británico, velocidad de los vehículos y señalización vial; todos ello para evaluar las condiciones en las que se encuentra la vía. Por ello, ésta investigación concluye, que la macro textura o la capa superficial es clasificado mediante el ensayo de cono de arena evaluando la condición de la superficie de la capa (desgaste) y el péndulo británico que evalúa el estado de la micro textura; todos estos ensayos contribuyeron a poder saber las condiciones actuales en las que se encuentra el pavimento es decir su evaluación. El aporte fue que gracias a la tesis realizada se puede evidenciar que en Cuba no se encuentran con los ensayos suficientes para poder realizar un análisis situacional del pavimento dificultando que plantee soluciones que ayuden a la resistencia al desplazamiento y textura superficial del pavimento flexible y poder tener datos específicos que ayuden a

interpretar de manera segura las condiciones en las que se encuentra su estado. La utilización de dos tipos de ensayos que son el cono de arena y el péndulo británico, resulta ser una novedad en la actualidad ya que, es utilizado en Europa y se adecua de acuerdo a los ensayos de cada país.

Reyes (2016), con la tesis que obtuvo el título de ingeniero civil "*Evaluación de la resistencia al deslizamiento de la vía Bucaramanga – Pamplona (k3+400 – k124+148) en el departamento de Santander*". El proyecto de investigación surge desde la problemática de determinar y medir el índice de la vía ubicada en Bucaramanga debido que en los últimos años en Colombia se empezó con la evaluación del estado en la que se encuentran las vías mediante los ensayos de cono de arena para la evaluación de la superficie del pavimento. Debido a los sofisticados ensayos que son necesarios para la medición de la macro textura del asfalto, el costo es elevado para la realización de toda la longitud de la carretera. Por ello, el objetivo general fue hacer una valuación adherencia en la carretera ubicada en Bucaramanga en Pamplona ubicado desde K3+400 al K124+148 según sus normas en base a los ensayos realizados. Se realizó las correctas mediciones de la adherencia y resistencia de los agregados utilizados en la capa superficial y al finalizar se propuso una alternativa de solución en el caso de no cumplir con los valores de calidad del pavimento en base a la comparación realizada en la experimentación. Por ende, se concluyó en el análisis que dan como resultado, tres de los dieciocho tramos elegidos como prueba de verificación son los que tienen un bajo coeficiente de resistencia, lo cual se propone diversas soluciones de acuerdo a la normativa, como por ejemplo remover el material que se encuentra en la parte superficial o la reconstrucción del asfalto para rejuvenecer el pavimento ante diferente efecto con la evaluación respectiva de los agregados que la conforman con la adherencia específica. El aporte que dio la presente investigación fue evaluar la norma de la red vial para ver si le dan un adecuado lugar a la resistencia al deslizamiento y ver el estado actual de la vía para proponer diversas soluciones para la seguridad vial en base al conocimiento y normas de otros países.

Vieira (2014), con la tesis que obtuvo el título de ingeniero civil "*Análisis de la superficie del pavimento asfáltico y sus efectos en el rendimiento de la fricción del pavimento neumático*". El trabajo de investigación surgió desde la problemática del aumento en unidades de la demanda de vehículos utilizados a nivel mundial y si llega a producirse un cambio, el pavimento debe de estar en las cualidades y características adecuada para cumplir

con la función de soporte y adherencia entre los agregados, de acuerdo a los criterios ya dados en su norma para la seguridad vial de las personas. Por consiguiente, el objetivo fue evaluar la capa superficial del pavimento mediante la resistencia y adherencia que debe de tener los agregados en el asfalto; y la cantidad de ruido que produce. Se evaluó la macro textura y micro textura mediante los ensayos de textura superficial y el péndulo británico respectivamente rigiéndose del lugar, clima, tráfico (cantidad de vehículos), resistencia, entre otras. Por lo tanto, se concluyó que en Brasil se debe añadir en las normas para que sea establecido como una de las cualidades o características que debe de presentar los pavimentos, que es la adherencia de los agregados para que se pueda definir el sistema al cual debe ser propuesto la resistencia al desplazamiento. El aporte que dio como resultado la presente investigación fue saber las características o propiedades, su temperatura, clima, entre otros; ya que demuestra la importancia que debe de tener la resistencia al deslizamiento entre las propiedades en el pavimento.

Aguilar, Hernández y Sibrian (2016), con la tesis que obtuvo el título de ingeniero civil "*Diseño de mezcla asfáltica en caliente con cal hidratada para el mejoramiento de la resistencia a la humedad*". La presente tesis surgió de la problemática de las fallas que presentan los pavimentos debido a la baja resistencia a la humedad en las mezclas asfálticas. Por ello, el objetivo es añadir cal hidratada en la mezcla asfáltica y poder realizar ensayos de resistencia como el Marshall para calcular el aumento de estabilidad que otorga la cal hidratada en base a diversas proporciones. Por lo cual, la conclusión a la que se llegó es se utilizó las proporciones de 1% y 2% donde la tensión indirecta fue de 94.30% y 97.93% respectivamente, lo que dice que la cal hidratada mejora las mezclas asfálticas a la humedad.

Antecedentes en Ingles

Wouter (2019), in the thesis to obtain the title of civil engineer "*Skid resistance of asphalt pavements: laboratory measurements and model assessment*" ("*Resistencia al deslizamiento de los pavimentos de asfalto: mediciones de laboratorio y evaluación del modelo*"). The thesis presented arose from the problem of the various faults that occur in the surface of the pavement which creates insecurity in the circulation of vehicles, this is because one of the main characteristics that the asphalt mixture must have is adequate friction on the part of it which originates on the basis of the adequate adherence that the aggregates should have. Therefore, the general objective of the thesis is to perform various tests for the evaluation of the sliding resistance based on the micro texture and macro texture, which is polished and

coated respectively with an angle of 5 ° and a speed of 20 km / h. All the tests carried out are based on the types of tires that pass through the tracks as well as the load to be supported by the pavement. Finally, it was concluded that the resistance the road that was studied does not have the adequate characteristics to have a resistance to sliding, which leads to the creation of insecurity.

Kotek y Florkova (2016), in the thesis to obtain the title of civil engineer “*Comparison of the Skid Resistance at Different Asphalt Pavement Surfaces over Time*” (“*Comparación de la resistencia al deslizamiento en diferentes superficies de pavimento de asfalto a lo largo del tiempo*”). The present thesis arose due to the problem of various faults found in pavements or roads at a national level and that the main characteristic that the entire pavement must have the slip resistance and not rise with the same Friction of the folder causing accidents to occur. Therefore, the main objective of the present investigation is to analyze all the parameters that influence the resistance to sliding on the base of traffic, loads and all laboratory tests to perform and analyze their resistance.

Finally, I come to the conclusion that slip resistance is one of the most important issues and a characteristic of the fundamental characteristics of the information.

Journal of intelligent transportation and urban planning (2017), in the thesis to obtain the title of civil engineer “*Analysis of pavement skid resistance and its impact on vehicle noise*” (“*Análisis de la resistencia al deslizamiento del pavimento y su impacto en el ruido del vehículo*”). The theme of the present day of transport and urban planning arose from the problematic of the failures that the flexible pavement presents in the functional and structural behavior of Egypt. It also arises due to the increase in the volume of traffic on pavements, especially old ones or those that did not have routine maintenance caused due to their useful life, the geometry that the road presents and its conditions that it presents for the specific characteristics for which it is designed. According to your type of weather. Due to this problem presented by the roads in Egypt, the aim is to analyze through the comparisons the different behaviors that the pavements have according to the resistance to sliding in different pavements, which was used not only the resistance but also the impact of the noise that presents the vehicles on the roadway through statistical models to evaluate the relationship between them. Therefore, it was concluded that the resistance to displacement in the pavement is much safer when it is in dry weather, pavements that do not present humidity, that the aggregates are of quality and have the capacity to avoid the coating on the roadway;

for this reason, the analyzes carried out show that in wet floors the resistance is lower due to its low friction. The contribution that the transport newspaper gave based on all the results collected was that the presence of humidity is one of the negative factors that the pavements present at the time of the resistance to displacement. Therefore, it recommended to avoid such problems of road safety it was advisable to increase the amount of coarse aggregates and a higher content of asphalt as natural additives, giving as a response that if the adhesion value is optimal to be able to comply with the sliding resistance capacity.

International journal of transportation science and technology (2017), in the thesis to obtain the title of civil engineer "*Skid resistance determination for pavement management and wet-weather road safety*" ("*Determinación de la resistencia al deslizamiento para la gestión del pavimento y la seguridad vial en climas húmedos*"). In the current international science magazine on transport and technology; The issue arose due to the problematic of the latest road safety studies indicate that approximately 20% of all road accidents occurred during the wet weather, low resistance to slip on the roads and lack of awareness by the norm by not taking in account the slip resistance as one of the fundamental characteristics of the roads, which has a great influence on the occurrence of wet weather accidents. Due to the lack of predictive capacity of the slip resistance of the pavement, under various rain intensities, the highway agencies have specified the minimum value of slip resistance for safe driving in different climates. In view of this, it is intended to demonstrate that the minimum slip resistance of a single point is inadequate to offer a full performance to the slip resistance of the pavement sections in question for the effective management of a road network. Therefore, it was concluded that not only evaluating a point can be determined for sure the resistance to displacement on an entire road. The contribution that was given in the transport and technology magazine was that it showed that the evaluation of resistance to displacement helps to prevent the risks that vehicles can suffer at any speed in different climates without relying on the thickness of the road and the water film. For this reason, it is due to make known to engineers to manage a better way for a more efficient performance in the road network.

Teorías relacionadas con el tema

Hidróxido de calcio

El hidróxido de calcio son esencias en polvo de generalmente blanco y a veces llega ser incoloro; como también llega a carecer de olor. Puede generarse como sobrante de diversas esencias que tengan el calcio. Su constitución puede abarcar desde sodio, carburo de calcio o agua. Ante lo mencionado Higuera, Gómez y Pardo que:

El hidróxido de calcio son esencias en forma de polvorienta llega a tener la propiedad de poder mezclarse con agua solo relativamente [...] tiene la característica de secado, por ello es utilizado para unir de manera efectiva generándose de esta forma como pasta debido a la interacción del agua (2012, p. 27).

Por ello, el hidróxido de carbono tiene diversas propiedades tanto físicas como mecánicas de acuerdo a su composición debido a las diversas propiedades que presenta lo cual abarca solo en la estabilización de los terrenos y propiedad del secado.

Es mayormente usado para en el área de saneamiento con el objetivo de poder realizar tratamientos para aguas servidas en desinfectarlo o evitar la corrosión de tuberías, malos olores, es usado también para el área de la salud como en la odontología, entre otras.

Para la realización del proyecto se utilizó el hidróxido de calcio con una pureza menor del 40% ya que, no se encuentra fiscalizado.

Propiedad química

Óxido de calcio:

Su origen se basa desde piedras calizas debido por sus propiedades o composición. Las variaciones que sufren son debido a los diversos cambios que pueda sufrir las piedras debido a su composición o estructura clasificándose en tres diferentes niveles desde buenas en incidente hidráulico, cálcicos o muy puros.

Su simbología es:

CaO que significa Oxido + Calcio → CaO

Dosificación

Para el proyecto de investigación se realizó la comparación de dos dosificaciones del hidróxido de calcio de pureza menor de 40% que son de 1.5% y 2% para obtener por medio de la resistencia y adherencia que son los ensayos de Riedel Weber, Revestimiento y desprendimiento, y la Estabilidad Marshall; lo cual se comparó con el patrón para conocer que dosificación es el más adecuado para dicho función que es una mejor adherencia por parte de los agregados en la mezcla asfáltica para evitar a corto plazo el desprendimiento otorgando que los pavimentos no cumplan con su tiempo de vida útil por el cual fue proyectado y no tenga la característica de ser resistente al deslizamiento.

Resistencia al deslizamiento

La resistencia al deslizamiento es la capacidad que tiene la carpeta asfáltica en la adherencia de los agregados con el cemento asfáltico y la resistencia antes las cargas vehiculares. Según Flores, Gómez, y Carnica opinan al respecto:

Con el pasar del tiempo el pavimento sufre degradaciones, así como desgaste por parte de diversos factores como el tráfico vehicular, sobre carga por parte de los vehículos, agregados de mala calidad, humedad, entre otras. Lo que origina que ocurran fallas en el pavimento y provoque desprendimiento del asfalto (2010, p.11).

De acuerdo a Asi menciona que: “[...] es la capacidad o medida que tiene la capa superficial de toda vía para resistir ante una eventualidad del tráfico [...] como la adecuada adherencia por parte de los agregados” (2007).

Pavimento

Es un cuerpo vial conformada por un grupo de capas cuya función principal es otorgar seguridad al tránsito de vehículos y peatones, comodidad y que el costo de operación sea óptimo. Sus principales características son que el color y la textura en la capa superficial sean adecuados, resistente ante las cargas y acciones que provoque el medio ambiente, y que la superficie sea tanto uniforme. Como Benites menciona al respecto:

El pavimento se define como la serie de capas de materiales, donde las cargas son recibidas de forma directa y sean transmitidos en la capa interior con la finalidad de distribuirlo de manera uniforme. Proporciona a su vez una superficie de rodamiento, lo cual debe de ser rápido y cómodo en su operación (2001, pp.20).

En conclusión, la vía es un cuerpo conformado por diversas capas con la función principal de soportar las cargas de los vehículos, y cumplan con la función de distribuirlo en la capa superficial e interior de manera homogénea. Por lo cual, se debe realizar los ensayos de

suelos pertinentes y los materiales que construyen al pavimento deben de ser de buena calidad para cumplir con la resistencia por lo cual está proyectada.

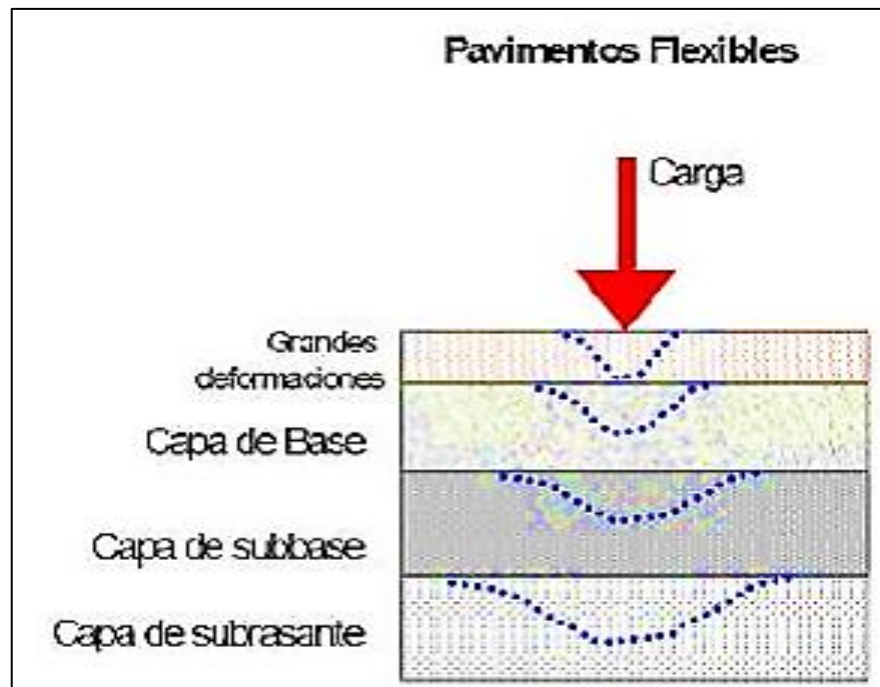


Figura 4. Gráfico de distribución del peso en la capa de rodadura hasta la subbase

Fuente: Reproducido de Miranda, Universidad Austral de Chile

Pavimento flexible

Es usado en la mayoría de las vías debido a su bajo costo a comparación del pavimento rígido en su construcción inicial por lo cual, es lo más usado; y su periodo varía entre los 10 a 15 años de vida útil con el mantenimiento constante hasta cumplir con el tiempo proyectado de servicio. Está conformada por fila capas las cuales descansan una sobre otra y son: subbase, base y carpeta asfáltica. Tal como lo menciona Velásquez:

La estructura está formada por una totalidad de capas. Cada capa tiene la finalidad de soportar el peso de las otras que están sobre ellas y se extiende pasando para la siguiente capa. Por ello, la última que recibe menos carga (2009, p.4).

En síntesis, el pavimento flexible está formado por un conjunto de capas las cuales está conformado en orden descendente con el fin que las cargas de los vehículos se extiendan y que la capa inferior soporte menos carga. Por ende, la carpeta asfáltica es la que soporta mayor carga debido a que se encuentra en la capa superior lo que conlleva que sea la más cara debido a que soporta grandes cargas y sus materiales de carga son de mayor capacidad respecto a la subbase.

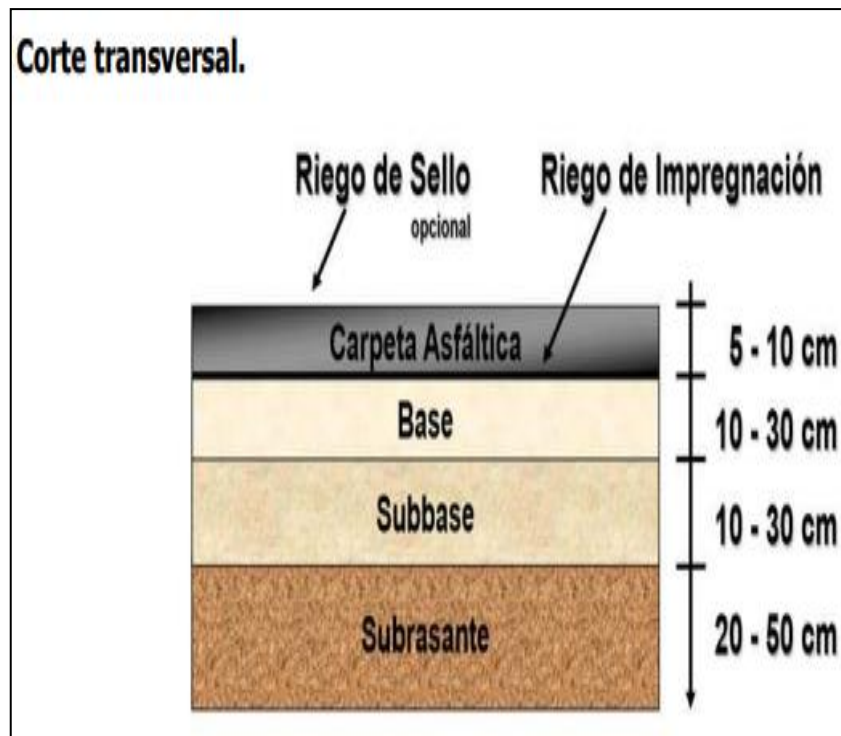


Figura 5. Corte transversal de la sección del pavimento flexible

Fuente: Reproducido de Giordani y Leone, Universidad tecnológica Nacional

Índice Plástico

Los pavimentos flexibles con el pasar del tiempo sufren fallas debido al desgaste que se produce ante al tráfico vehicular, las cargas las cuales son sometidas, porque los agregados que no son de calidad, a la falta de ensayos para verificar el tipo de suelo, entre otras; lo que origina que la adherencia de los agregados con la mezcla asfáltica no sea favorable generando de esta forma que se le añada un compuesto químico que ayude en la resistencia y prolongue el tiempo de vida útil del pavimento. Ante esto Convenio Interadministrativo 587-03 opina al respecto:

En los pavimentos flexibles la carga vehicular es encargada y soportada por los agregados en la mezcla asfáltica [...] Por lo cual, los agregados deben de ser buenos y tener una correcta gradación para su función en la mezcla asfáltica [...] se debería evaluar la gradación de los agregados para que se requiera menos cantidad en cemento asfáltico (2006, p.17).

Por ende, las mezclas asfálticas deben de tener una adecuada adherencia debido a que las cargas vehiculares son sometidas por los agregados finos y gruesos debido a que cumplen la función de soporte garantizando una correcta conducta en el comportamiento estructural del pavimento ante las tensiones.

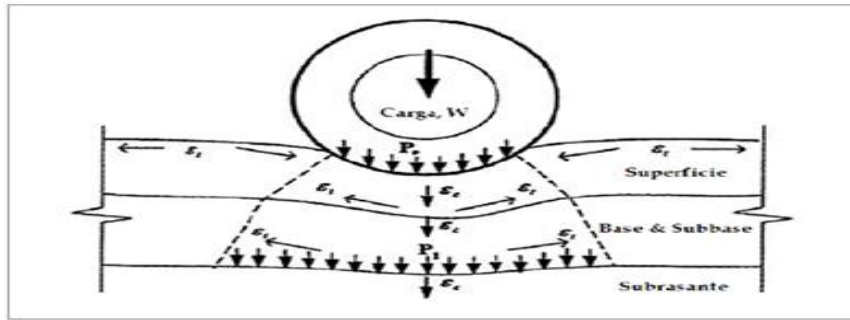


Figura 6. Falla estructural ante carga vehicular

Fuente: Reproducido de Revista de ingeniería de construcción

Granulometría

Es uno de los experimentos más empleados para la distribución de los agregados de acuerdo a sus cualidades físicas que presenta por medio del estudio tamices de las cuales se mide los agregados para su posterior estudio. Tal como Braja menciona al respecto:

La medición de los agregados como su diámetro, se usan mallas que tienen ranuras o aberturas donde pasan los agregados finos y gruesos, donde unos son retenidos en las mallas de los tamices [...] y las dimensiones de ellos muestran el número de agregados retenidos en los tamices y obtener su distribución (2013, p.2).

Por lo tanto, en el ensayo de granulometría es el ensayo para medir de los agregados, ya que es una forma de poder medir los agregados ya sean finos o gruesos por medio de una serie o conjunto de tamices ya que, el ensayo granulométrico es un método importante a realizar antes del diseño de mezclas debido a que ayuda a delimitar particularidades diversas propias acerca diferentes agregados.

Tabla 1. Tabla de retención máxima por tamiz

Abertura nominal del tamiz (mm)	Dimensión nominal del tamiz				
	203.2 mm diám.	254 mm diám.	304.8 mm diám.	350 por 350 mm	372 por 580 mm
	Área de tamizado m ²				
	0,0285	0,0457	0,0670	0,1225	0,2158
125	C	C	C	C	67.4
100	C	C	C	30.6	53.9
90	C	C	15.1	27.6	48.5
75	C	8.6	12.6	23.0	40.5
63	C	7.2	10.6	19.3	34.0
50	3.6	5.7	8.4	15.3	27.0
37.5	2.7	4.3	6.3	11.5	20.2
25.0	1.8	2.9	4.2	7.7	13.5
19.0	1.4	2.2	3.2	5.8	10.2
13.5	0.89	1.4	2.1	3.8	6.7
9,5	0.67	1.1	1.6	2.9	5.1
4,75	0.33	0.54	0.80	1.5	2.6

Fuente: NTP 400.37

Tabla 2. Diámetro de los tamices

Tamiz (ASTM)	Tamiz (mm.)	Abertura Real (mm.)	Tipo de suelo
3"	80	76.12	GRAVA
2"	50	50.80	
1 1/2"	40	38.10	
1"	25	25.40	
3/4"	20	19.05	
3/8"	10	9.52	ARENA GRUESA
Nº4	5	4.76	
Nº10	2	2.00	ARENA MEDIA
Nº20	0.90	0.84	
Nº40	0.50	0.42	
Nº60	0.30	0.25	ARENA FINA
Nº140	0.10	0.105	
Nº200	0.08	0.074	

Fuente: Desing and prepare of mixture

Agregado Fino:

Según Norma Técnica Peruana 400.37 menciona que: “es la unión tanto de la arena natural y manufacturada”.

Si el agregado no cumple con las delimitaciones se deberá realizar estudios aparte en los que se garantice su adecuada resistencia (2014, p.14).

Tabla 3. Condiciones para la granulometría para agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa
9.5 mm (3.8 pulg)	100
4.75 mm (No. 4)	95 a 100
2.36 mm (No.8)	80 a 100
1.18 mm (No.16)	50 a 85
600 µm (No. 30)	25 a 60
300 µm (No. 50)	05 a 30
150 µm (No. 100)	0 a 10

Fuente: NTP 400.37

Agregado grueso:

Según Norma Técnica Peruana 400.37 menciona que: “los agregados gruesos son basados en varias uniones que son piedra chancada, grava o incluso concreto reciclado” (2014, p.14).

Tabla 4. Condiciones para el análisis de granulometría

Uso	Tamaño Máximo Nominal	Porcentaje que pasa por los tamices													
		4 pulg	3 1/2 pulg	3 pulg	2 1/2 pulg	2 pulg	1 1/2 pulg	1 pulg	3/4 pulg	1/2 pulg	3/8 pulg	No.4	No.8	No.10	No. 50
1	3 1/2" a 1 1/2"	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5						
2	2 1/2" a 1 1/2"			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5						
3	2" a 1"				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
357	2" a No. 4				100	95 a 100		35 a 70	0 a 5	10 a 30		0 a 5			
4	1 1/2" a 3/4"					100	95 a 100	20 a 55	35 a 70		0 a 5				
467	1 1/2" a 1 No. 4					100	90 a 100		20 a 55		10 a 30	0 a 5			
5	1" a 1 3/4"						100	90 a 100	40 a 85	0 a 10	0 a 5				
56	1" a 1 3/8"						100	90 a 100		10 a 40	0 a 15	0 a 5			
57	1" a 1 No.4						100	95 a 100	90 a 100	25 a 60		0 a 10	0 a 5		
6	3/4" a 1 3/8"							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5			
67	3/4" a No.4							100	100		20 a 55	0 a 10	0 a 5		
7	1/2" a No.4									90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5		
8	3/8" a No.8									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	1/2" a 1 3/8"									100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	No.4 a No.10										100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: NTP 400.37

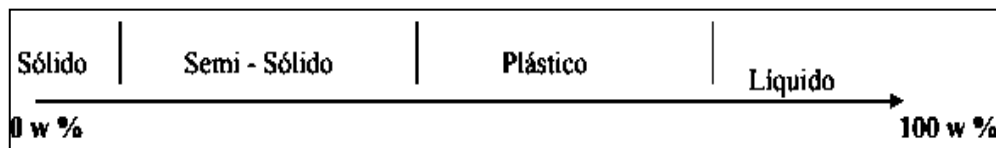
Límites de Atterberg

Es uno de los ensayos más conocidos de los cuales se basan en la cantidad del agua que tiene material y la capacidad que ella presenta para la absorción del agua y conseguir los rangos de humedad que presentan los suelos. Ante lo mencionado Braja opina al respecto:

El contenido de humedad se expresa en porcentajes. Donde pasa por procesos lo cual es el cambio del estado sólido al semisólido se llama Límite de contracción, el cambio de estado semisólido al estado plástico se llama Límite plástico y el cambio de estado plástico al estado líquido se llama Límite líquido (2013, p.64).

Por lo cual, para saber la capacidad de absorción del agua de los materiales en este caso de los agregados se debe de realizar los límites líquido y plástico para poder hallar el índice de plasticidad.

Tabla 5. Límite de retracción o contracción, plástico y líquido



Fuente: Conociendo la ingeniería

Contenido de humedad

Acción del agua (peso) entre suelo seco (peso). Cuya evaluación es dada en porcentaje. Su fórmula es:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

W_w = peso del agua

W_s = peso del suelo seco

Límite líquido (LL)

Según Sembenelli opina lo siguiente: “Contenido de humedad que presenta el suelo entre el límite de estado semilíquido al estado del límite plástico” (1966, p. 6).

Límite plástico (PL)

De acuerdo a Velásquez menciona que: “Se determina como el contenido de humedad que presenta el suelo mediante la acción de paso del límite semisólido al estado del límite plástico” (2014, p. 2).

Índice de plasticidad (IP)

Según Alviz, Vergara y Villegas opina que: “En la diferencia que presenta un suelo en el estado límite líquido y el límite plástico” (p.134). Cuya fórmula es:

$$PI = LL - PL$$

LL: Límite líquido

PL: Límite plástico

Adherencia

De acuerdo Uzan opina al respecto que: “es afectado debido a las tensiones provocada en la capa superficial por lo cual, la adherencia de los agregados es esencial” (1978).

Según Raab menciona que: “capacidad de la carpeta para prolongar el tiempo de vida de los pavimentos en base a la unión de la superficie y de los agregados” (2009).

Riedel weber

Según García menciona que: “evaluar la resistencia que deben de presentar la mezcla asfáltica con los agregados finos donde son empleados en los pavimentos” (2012, p. 34).

En este ensayo tiene como finalidad de analizar la afinidad que tienen los agregados finos con la interacción de los diversos tipos de ligantes bituminosos.

Tabla 6. *Cuadro de adhesividad*

Solución de Ensayo	Índice de adhesividad Riedel – Weber
Desplazamiento total con: Agua destilada	0
Carbonato sódico.	
M/256	1
M/128	2
M/64	3
M/32	4
M/16	5
M/8	6
M/4	7
M/2	8
M/1	9
Si no hay desplazamiento total con la solución M/1	10

Fuente: MTC

Se evalúa en base a la concentración donde se produjo deslizamiento del ligante donde recubre a los agregados en la parte superficial.

Revestimiento y desprendimiento

En este ensayo tiene como objetivo analizar el revestimiento mediante la incorporación una película bituminosa mediante la interacción del agua.

Por ello, la finalidad de este ensayo es netamente en el laboratorio donde se califica o no al 95% pero no tiene la precisión para evaluarlo a nivel menor del 95%, y el 5% restante es el revestimiento o desprendimiento retenido en el agregado grueso.

Resistencia

Estabilidad Marshall

La finalidad del método Marshall de poder evaluar su estabilidad, a la resistencia a la tracción, evaluación de la densidad, número de vacíos que tiene en la mezcla asfáltica y su capacidad de compactación ante cargas.

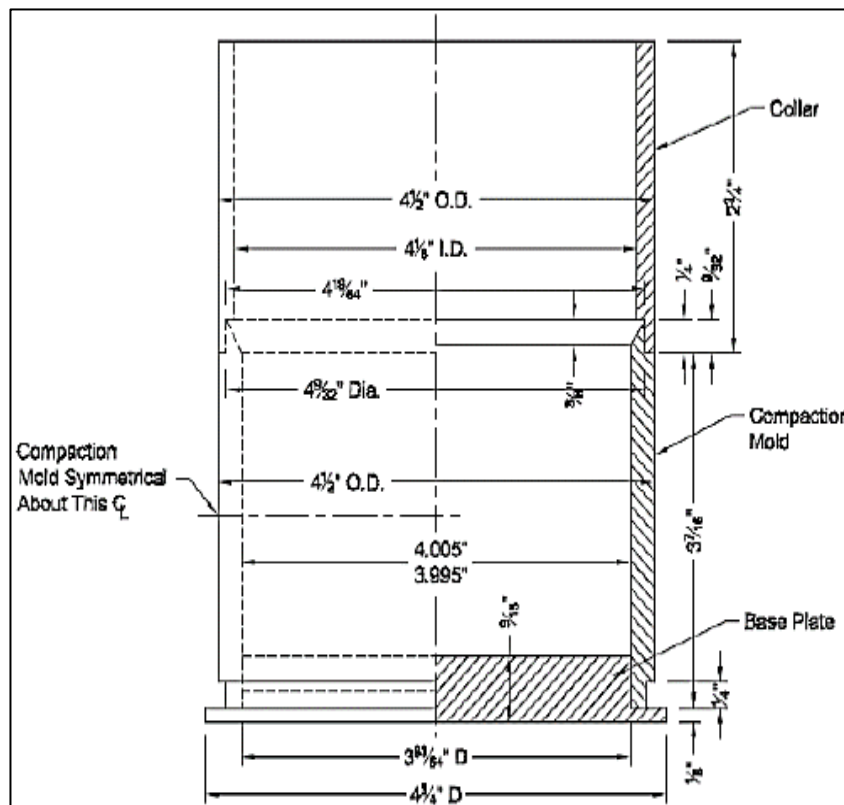


Figura 7. Máquina de carga de compresión

Fuente: MTC

Formulación del problema

De acuerdo a las últimas investigaciones donde Lima es conocido como la Gran ciudad de los huecos debido a la presencia de fallas a temprana edad de los pavimentos donde los distritos más representativos se cuenta Breña, la Victoria e Independencia debido que cuentan con el 70% de sus vías deterioradas.

Problema general

¿De qué manera influye el hidróxido de calcio en la mejora de la resistencia al deslizamiento del pavimento flexible, Lima 2019?

Problemas específicos

¿De qué manera influye el hidróxido de calcio en el índice plástico del pavimento flexible, Lima 2019?

¿De qué manera influye el hidróxido de calcio en la adherencia del pavimento flexible, Lima 2019?

¿De qué manera influye el hidróxido de calcio en la resistencia del pavimento flexible, Lima 2019?

¿Cuál es la dosificación optima de hidróxido de calcio que influye en la resistencia al deslizamiento en el pavimento flexible, Lima 2019?

Justificación del estudio

Ante la problemática de falta de resistencia al deslizamiento por parte al tránsito vehicular, clima, exceso de cargas a la que son sometidas, clima, mala calidad de los agregados, entre otras; se planteó una solución que es añadir hidróxido de calcio con cemento asfáltico 60/70 en los agregados de la cantera para la mejora de la adherencia y se evitó el revestimiento y desprendimiento acelerado.

Justificación teórica

Este proyecto de investigación tiene una mayor información y conocimiento en la mejora de la resistencia de los agregados para evitar diversas fallas que suelen presentarse en los pavimentos flexibles de base a la NTP 400.37 agregados y los ensayos fundamentales para la medición de la adherencia y resistencia de los agregados antes cargas sometidas por medio de los ensayos.

Justificación práctica

Contribuye principalmente a los ingenieros civiles enfocados especialmente en los especialistas en construcción de carreteras y ayuda a tomar importancia a la adherencia que deben de tener los agregados para evitar el desprendimiento y revestimiento de los pavimentos flexibles que son fallas comunes en las vías de Lima debido a la falta capacidad que tienen a resistencia al desplazamiento ante las funciones por la que ha sido proyectada, además es resistente al deslizamiento minimizando no solo las fallas superficiales que puedan presentar las vías sino también ayuda a que el pavimento cumpla con su comportamiento estructural como su comportamiento funcional.

Justificación económica

Respecto al costo de los ensayos para la realización de resistencia y adherencia donde se enfocó en los agregados influye en la parte económica a futuro en el mantenimiento de los pavimentos flexibles ya que, principalmente se realizó estudios para la estabilización de los suelos, en la subbase o base, pero respecto a los agregados no.

Por lo cual, hace sufrir en fallas y al final se visualizó el desprendimiento de ellas ante el índice de tráfico y cargas a las que son sometidas a futuro y al final no tuvo la capacidad para ella generando de esta forma gastos en el mantenimiento o incluso en la reconstrucción del pavimento ante la presencia de varias fallas, lo cual el hidróxido de calcio y el estudio de la adherencia de los agregados contribuyo en minimizar el costo de mantenimiento a futuro debido a la capacidad de otorgarle resistencia al deslizamiento.

Justificación ambiental

De esta forma se prolonga el tiempo de útil de los pavimentos y por ende la reconstrucción de las vías lo que trae como beneficio minimizar la contaminación que genera la reconstrucción de los pavimentos ya sea para mejorar la calidad siempre trae consigo de impactos positivos y negativos de cuales es la contaminación ambiental por parte de los materiales constructivos que tienen que ser desechados, entre otras.

Justificación social

La resistencia al deslizamiento beneficia principalmente a la población tanto a los transeúntes como a los conductores ya que, otorga seguridad ante accidentes que ocurren no

solo a los conductores sino también a los usuarios y beneficia en el mantenimiento de los vehículos.

Hipótesis:

Hipótesis general

El hidróxido de calcio influye significativamente en la mejora de la resistencia al deslizamiento del pavimento flexible, Lima 2019.

Hipótesis específicas

El hidróxido de calcio influye en la mejora del índice plástico del pavimento flexible, Lima 2019.

El hidróxido de calcio influye en la mejora de la adherencia del pavimento flexible, Lima 2019.

El hidróxido de calcio influye en la mejora de la resistencia del pavimento flexible, Lima 2019.

La dosificación óptima influye significativamente en la resistencia al deslizamiento en el pavimento flexible, Lima 2019.

Objetivos

Objetivos generales

Evaluar la influencia del hidróxido de calcio en la mejora de la resistencia al deslizamiento del pavimento flexible, Lima 2019.

Objetivos específicos

Determinar la influencia del hidróxido de calcio en el índice plástico del pavimento flexible, Lima 2019.

Conocer la influencia del hidróxido de calcio en la adherencia del pavimento flexible, Lima 2019.

Analizar la influencia del hidróxido de calcio en la resistencia del pavimento flexible, Lima 2019.

Señalar la dosificación óptima de hidróxido de calcio que influye en la mejora de la resistencia en el pavimento flexible, Lima-2019.

II. MÉTODO

El método científico es un proceso o serie de pasos que se realiza para poder solucionar un problema visualizado. De acuerdo a lo mencionado Deiana, Granados y Sardella opina al respecto:

El método científico es una de las mejores maneras de poder obtener la verdad mediante una serie de pasos. Se inicia desde la observación ante un problema que aqueja y que se tenga la necesidad de solucionar mediante un proceso en la que se basa en la experimentación para poder obtener la solución mediante los análisis de los resultados y corroborar si la hipótesis fue verdadera o falsa (2018, p.3).

Por ende, la presente tesis está bajo una problemática que ha sido observado, donde se propone objetivos e hipótesis, de los cuales se corrobora en la experimentación que son los ensayos a los agregados con el hidróxido de calcio donde se otorgó la adherencia y resistente ante las cargas vehiculares. Se realizó para la experimentación diversos ensayos para agregados finos y gruesos y luego fue evaluado su resistencia ante ellos.

2.1 Tipo y diseño de investigación

Enfoque

Basada en el método científico con el enfoque cuantitativo, ya que se va se corrobora mediante la experimentación las hipótesis planteadas ya sea la hipótesis general o específica mediante los objetivos planteados. A partir de lo mencionado de acuerdo a Gómez opina al respecto:

Una investigación se tiene que adaptarse mediante el enfoque cuantitativo, cualitativo o mixto; como en el alcance que debe de tener el investigador para obtener las respuestas ante todos los problemas que se ha planteado, corroborar la hipótesis y conseguir los objetivos propuestos [...] en el enfoque cuantitativo se analiza en base a las hipótesis que son formuladas y requiere de una experimentación para corroborar (2006, p.85).

Por lo tanto, se reitera que la presente investigación tiene un enfoque cuantitativo ya que presenta dos variables que son el hidróxido de calcio y la resistencia al deslizamiento.

Las variables fueron medidas mediante las experimentaciones realizadas en el laboratorio donde se obtuvo información necesaria y se pudo corroborar si las hipótesis planteadas fueron verdaderas ante el problema propuesto.

Tipo de investigación

La tesis presentada es aplicada debido que se buscó mediante informaciones por ejemplo tesis, artículos científicos, revistas, periódicos, investigaciones, informes, entre otras; todas ellas internacionales para obtener información acerca del tema lo cual, es de importancia a nivel internacional pero que solo en nuestro país no le toma la debida importancia. De acuerdo a ello Hernández opina al respecto:

Una investigación científica es una serie de pasos ordenados, sistematizados y empíricos que se analizan a un problema observado y requieren de una solución, lo cual se puede corroborar la verdad de la hipótesis mediante diversas formas donde el resultado tiene que ser verídico para poder ser considerado (2014, p.4).

Por ende, es aplicado debido que se realizó mediante procesos tales son la recolección de datos, compra de muestra y su posterior experimentación para la corroboración de las hipótesis mediante informaciones internacionales basadas en problemas similares. Además, la resistencia al deslizamiento, es una proposición que influye en el cambio de la adherencia de los agregados que la conforman para su posterior resistencia y evitar fallas futuras.

Nivel de investigación

Se cuenta con dos variables relacionadas que van ligadas al objetivo de conseguir una adecuada adherencia de los agregados. Según Arias menciona que:

Una investigación explicativa tiene dos variables que son causa y efecto de los cuales se tiene como objetivo de buscar el enlace entre las dos variables, donde se puede analizar a nivel separado para corroborar la hipótesis planteada (2006, p. 26).

Por ello, la presente tesis es de nivel explicativo ya que, se analizó mediante información como experimentación del porque una adecuada adherencia de los agregados con la inclusión de hidróxido de calcio que optimizo la resistencia al deslizamiento de los pavimentos flexibles.

Diseño de la investigación

La tesis es experimental – transversal porque se corrobora o analizo los resultados hallados y se comprobó acerca las hipótesis planteadas. Ante ello Arias afirma que:

La investigación experimental es un conjunto de pasos en donde el objeto es sometido a diversas condiciones con la finalidad de poder visualizar los efectos que produce, es decir, que cambios ocurre con la variable dependiente al ser sometida bajo la variable independiente (2006, p. 26).

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, el proyecto de investigación tiene un diseño de investigación experimental transversal debido que fue sometida bajo las proporciones del hidróxido de calcio para analizar su adherencia antes los agregados, si tiene una resistencia al deslizamiento, ya que es un tema de la realidad que afecta a la sociedad tanto a los peatones como a los conductores en diferentes aspectos como seguridad, comodidad, ambiental y social.

2.2. Operacionalización de variables

Paso siguiente, se explicó las variables dependiente e independiente en concisos conceptos para mayor información y síntesis.

Hidróxido de calcio

El hidróxido de calcio son sustancias en polvo de color blanco y a veces llega ser incoloro; como también llega a carecer de olor. Puede generarse como sobrante de diversas esencias que tengan el calcio. Su aleación puede abarcar desde sodio, carburo de calcio o agua. Ante lo mencionado Higuera, Gómez y Pardo que: “[...] tiene la característica de fraguado, por ello es utilizado como conglomerante generándose de esta forma como pasta debido a la interacción del agua que es la evaporación” (2012, p. 27).

Resistencia al deslizamiento

Capacidad de que tiene la carpeta asfáltica en el pavimento flexible ante diversos factores como clima, tránsito vehicular, cargas vehiculares, agregados, etc.; con la finalidad de tener una adecuada adherencia los agregados con la mezcla asfáltica para su correcto funcionamiento. Respecto a ello, Barraza menciona que: “la resistencia al deslizamiento involucra dos agentes en el lugar donde las cargas son el principal factor de su deterioro y baja calidad en agregados” (2004, p.16).

Operacionalización de la variable

Tabla 7. Operalización de las variables

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Metodología de la investigación
Variable Independiente					
Hidroxido de calcio	El hidróxido de calcio son sustancias en polvo de color blanco y a veces llega ser incoloro; como también llega a carecer de olor. Puede generarse como sobrante de diversas esencias que tengan el calcio. Su aleación puede abarcar desde sodio, carburo de calcio o agua. Ante lo mencionado Higuera, Gómez y Pardo (2012, p. 27) que: “[...] tiene la característica de fraguado, por ello es utilizado como conglomerante generándose de esta forma como pasta debido a la interacción del agua que es la evaporación”.	Para poder medir esta variable se tiene que saber la correcta proporción del hidroxido de calcio por lo cual, se realiza ensayos con la dosificación de 1.5% a 2% de acuerdo a fuentes informativas mediante los ensayo de Riedel Weber en laboratorio en fichas de laboratorio con los resultados.	Dosificación	1%	<p>Método: Metodo Científico. Basada en el método científico, ya que está bajo en un problema observado donde se propone objetivos e hipótesis, de los cuales se corrobora en la experimentación que son los ensayos.</p> <p>Enfoque: Cuantitativo. tiene un enfoque cuantitativo ya que presenta dos variables que son el hidróxido de calcio y la resistencia al deslizamiento. Las variables serán medidas mediante experimentaciones realizadas en laboratorios para obtener información necesaria y poder corroborar si las hipótesis planteadas son verdaderas ante el problema propuesto.</p>
				1.5%	
				2%	
Variable Dependiente					<p>Tipo de Investigación: Aplicada. Porque se realiza mediante procesos como es la recolección de datos, compra de muestra y su posterior experimentación para la corroboración de las hipótesis mediante informaciones internacionales basadas en problemas similares. Además la resistencia al deslizamiento, es una proposición que influye en el cambio de la adherencia de los agregados que la conforman para su posterior resistencia y evitar fallas futuras.</p>
Resistencia al deslizamiento	La resistencia al deslizamiento es la capacidad de que tiene la carpeta asfáltica en el pavimento flexible ante diversos factores como clima, tránsito vehicular, cargas vehiculares, agregados, etc.; con la finalidad de tener una adecuada adherencia los agregados con la mezcla asfáltica para su correcto funcionamiento. Respecto a ello, Barraza (2004, p.16) menciona que: “la resistencia al deslizamiento involucra dos agentes en el lugar donde las cargas son el principal factor de su deterioro y a baja calidad en agregados”.	Para poder medir esta variable se realiza ensayos para los agregados en conjunto con la correcta dosificación del hidroxido de calcio para medir la adherencia y resistencia que presentan donde se tendrá las fichas de laboratorios para su recolección de datos.	Diseño	Analisis granulometrico	<p>Nivel de investigación: Explicativo. Se analizara mediante información como experimentación del porque una adecuada adherencia de los agregados con la inclusión de hidróxido de calcio optimiza la resistencia al desplazamiento de los pavimentos flexibles.</p>
				Limite liquido	
				Limite plastico	
			Adherencia	Adherencia en agregado fino-Riedel Weber	<p>Diseño de Investigación: Experimental - transversal. Será sometida bajo las proporciones del hidróxido de calcio para analizar su adherencia antes los agregados para analizar si tiene una resistencia al deslizamiento, ya que es un tema de la realidad que afecta a la sociedad tanto a los peatones como a los conductores en diferentes aspectos como seguridad, comodidad, ambiental y social.</p>
				Adherencia en agregado grueso-Revestimiento y desprendimiento	
			Resistencia	Metodo Marshall	

Fuente: elaboración propia.

2.3 Población, muestra y muestreo

Población

Es un grupo total de agentes de la cual se quiere evaluar o resolver un problema que afecta a todos de manera general. Ante lo mencionado Hernández opina que: “la población son un grupo de elementos de las cuales presentan las mismas propiedades y se encuentran en el mismo ambiente” (2014, p.63). En la presente tesis la población es infinita ya que se enfocó en los ensayos para los agregados y a la mezcla asfáltica del pavimento flexible.

Muestra:

Es la imagen más específica acerca de la población elegida de las cuales presentan un problema en común. De acuerdo a Maravi opina que: “la muestra es una parte de la población de la cual presenta las mismas cualidades como también se encuentran en el mismo lugar” (2009, p.191). En la presente tesis la muestra específicamente son las dosificaciones a evaluar que son:

Tabla 8. *Muestra de ensayos en agregados*

			N.º de ensayos			
			Sin Hidróxido de calcio	1% Hidróxido de calcio	1.5% Hidróxido de calcio	2% Hidróxido de calcio
Ensayos en Agregados	Índice Plástico	Granulometría	1			
		Límites líquido	1	1	1	1
		Límite plástico	1	1	1	1
Total				9		

Fuente: elaboración propia

Tabla 9. Muestra de ensayos en la mezcla asfáltica

N° de ensayos		Sin Hidróxido de calcio	1% Hidróxido de calcio	1.5% Hidróxido de calcio	2% Hidróxido de calcio	
Ensayos en mezcla asfáltica	Adherencia	Riedel Weber	1	1	1	1
		Revestimiento y desprendimien	1			
	Resistencia	Método Marshall	1	1	1	1
TOTAL		9				

Fuente: elaboración propia.

Muestreo:

Es de forma de no probabilística por conveniencia ya que se elige de la población los ensayos a realizar para alcanzar los objetivos planteados.

Según Mata menciona que: “es todo los recursos o pasos para la obtención de una muestra en base a la población total de acuerdo a la muestra” (1997, p.19).

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

En la tesis se utiliza técnicas e instrumentos que aportaron la validez de la investigación, ya que abarca la realización o demostración en laboratorio y la observación de las fallas presentadas en los pavimentos flexibles.

Por lo cual cuenta con fichas técnicas que fueron dados en los laboratorios en donde se hallan los resultados de los ensayos realizados.

Técnica:

La técnica es la forma de obtener información acerca del problema que se ha planteado por lo cual, se puede utilizar varias que cumplan con la finalidad de recolección de información.

En base a lo mencionado Valderrama opina que: “en la indagación para la obtención de datos e información todas aquellas utilizadas sean complementarias entre sí para el cumplimiento con la información” (2013, p.53).

Por ende, en la investigación la técnica primordial fue la recolección de datos en el laboratorio ya que se realizó ensayos para la corroboración de la hipótesis.

Instrumentos:

Según Sabino menciona que: “[...] tiene la finalidad de recibir información en base a los problemas planteados y la realidad de la problemática, por lo cual es real debido a las necesidades de investigar” (1992, p.149).

Es una forma de obtención de datos llamando mecanismo donde se obtiene y se registra los datos conseguidos ya sea en campo, laboratorio, entre otras.

Tabla 10. Instrumentos

Área	Técnica	Instrumento
“Evaluación de la resistencia al deslizamiento en el pavimento flexible mejorado con el hidróxido de calcio, Lima-2019”	Observación directa	Ficha de recolección de datos Ensayos de laboratorio: <ul style="list-style-type: none">▪ Límite líquido▪ Límite plástico▪ Riedel Weber▪ Stripping▪ Marshall

Fuente: elaboración propia.

Validez:

De acuerdo a Valarino opina lo siguiente: “es el nivel de confiabilidad y exactitud de acuerdo a la ficha de recolección de datos de la cual se realiza en base a los problemas y objetivos planteados” (2015, p.227).

La validación fue mediante el juicio de expertos, donde se tuvo la validez de tres ingenieros civiles de los instrumentos y también en base a la certificación de las fichas de laboratorio de cuales sea certificado.

Tabla 11. *Juicio de expertos*

Validez	Puntuación
Experto 1	1
Experto 2	1
Experto 3	1
Promedio	1

Fuente: elaboración propia.

Confiabilidad:

En la tesis presentada su grado de confiabilidad se adecua en base a las adecuadas dimensiones siendo clasificada correctamente los indicadores en base para la resolución de la problemática, alcanzar los objetivos propuestos y corroborar las hipótesis planteadas; todo ello en base a los instrumentos que son las fichas técnicas de laboratorio. Por ello, Ortiz menciona que: “el número de veces repetida del instrumento que se utiliza será de acuerdo al grado de confiabilidad que plantea la persona para su utilización en sus resultados” (2004, p. 88).

Tabla 12. Tabla de confiabilidad

Rangos	Magnitud
0,81 – 1,00	Muy alta
0,61 – 0,80	Alta
0,41 – 0,60	Moderada
0,21 – 0,40	Baja
0,01 – 0,20	Muy baja

Fuente: elaboración propia.

Tabla 13. Tabla de expertos

Validez	Ing. José Luis Benites Zúñiga	Ing. Luis Alberto Vargas Chacaltana	Ing. Ricardo Padilla Pichen
Índice de validez	1	1	1
Promedio	1		

Fuente: elaboración propia.

2.5 Procedimiento

Para realizar los ensayos primero se fue a la cantera a comprar los agregados donde es aproximadamente 100 kg, como también se compró el hidróxido de calcio y la mezcla asfáltica. Después de comprar los materiales, se empezó el ensayo granulométrico de las muestras extraídas de la cantera. Unas veces realizadas el ensayo de granulometría, se siguió con los límites de Atterberg en los agregados finos, con la finalidad de poder obtener el índice plástico de los agregados.

Posteriormente, se empezó con la realización los ensayos de adherencia de las muestras donde se colocó porcentajes de hidróxido de calcio que son 1%, 1.5% y 2% para obtener una mejor resistencia y cumpla con la finalidad de la resistencia al deslizamiento. Por lo cual, se realizó los ensayos de Riedel Weber para la muestra fina y el ensayo de Revestimiento y Desprendimiento para los agregados grueso. Finalmente, para verificar su resistencia por lo cual, se realizó el ensayo de Método Marshall la cual verifico su resistencia y capacidad de soporte.

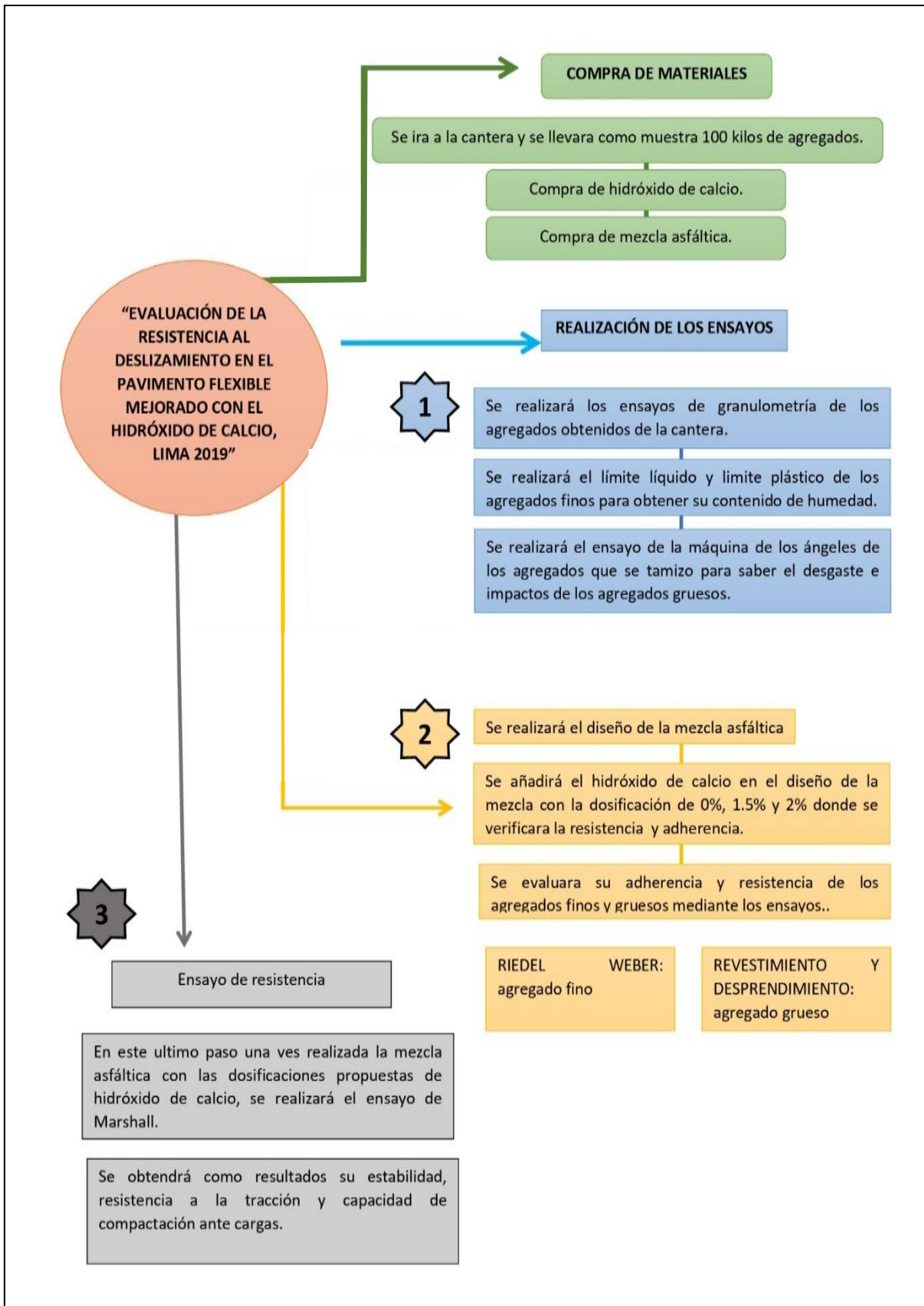


Figura 8. Procedimiento

Fuente: elaboración propia.

2.6 Método de análisis de datos

Recolección de información base:

En esta etapa se basa en búsqueda de materiales como tesis, proyectos, revistas científicas, periódicos en base al tema planteado.

Ensayos en laboratorio:

Se realizó los ensayos propuestos mencionados anteriormente que son: Granulometría, Límite de Atterberg, Riedel Weber, Revestimiento y desprendimiento y Método Marshall.

Análisis:

En esta etapa se rigió que seguimiento para la búsqueda de información mediante se analizó los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio para corroborando que el hidróxido de calcio si influye en el índice plástico, la adherencia y resistencia del pavimento flexible llegando al objetivo propuesto.

2.7 Aspectos éticos:

Todos los datos obtenidos como la dosificación de la adición del hidróxido de calcio son en base a referencias bibliográficas de autores de otros países que vieron la problemática de su país al no considerar en las normas la importancia de la resistencia al deslizamiento en base a la adherencia de los agregados. Por lo cual, los resultados serán confiables y no serán manipulados para beneficio propio.

III. RESULTADOS

3.1 Descripción de la zona de ubicación

La tesis está ubicada en el departamento de Lima, en la provincia de Lima. La cual, está limitado por: Oeste con Callao y el Océano Pacífico, Norte con Huaral, Este con Canta y Huarochirí y Sur con Cañete

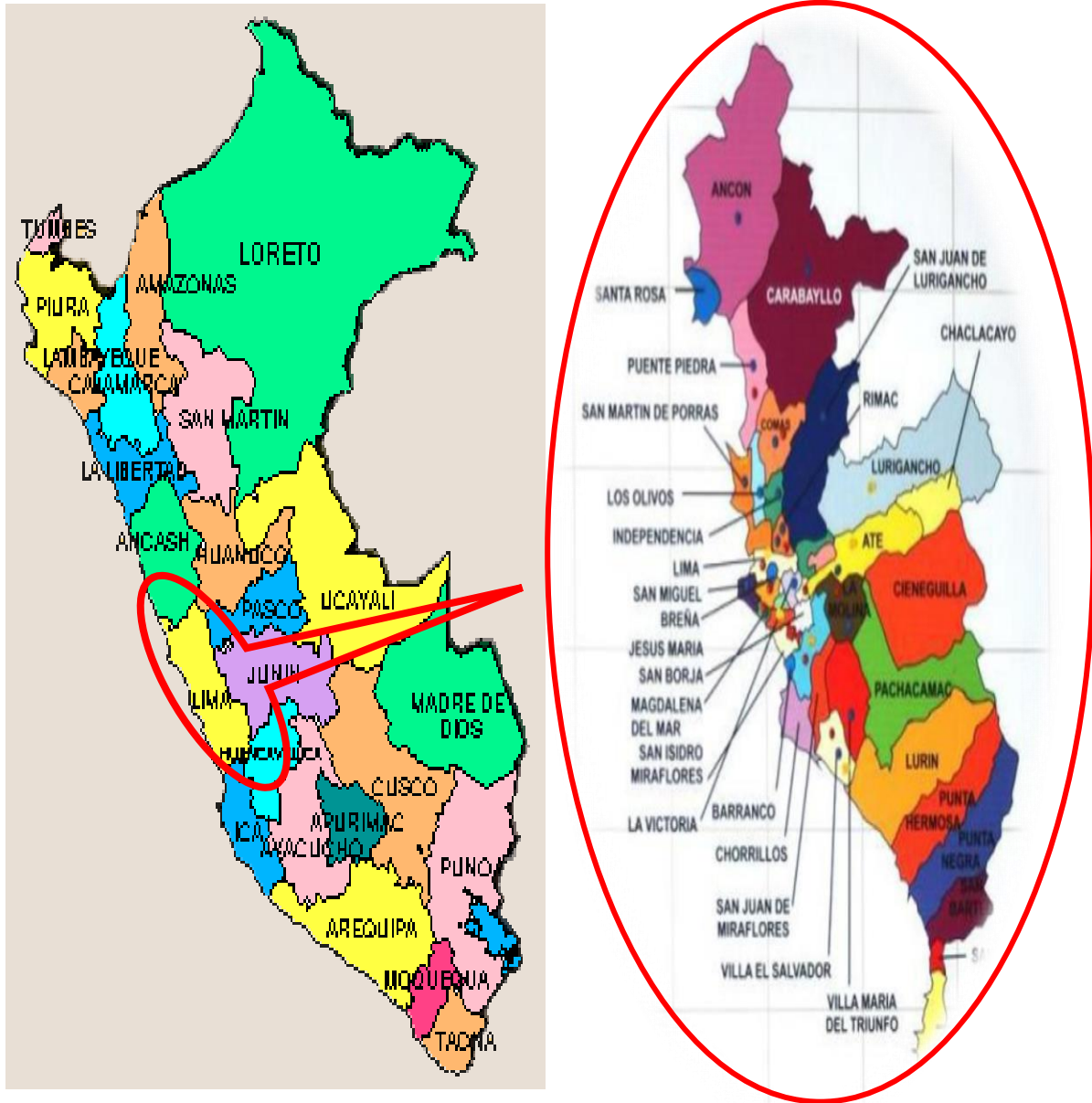


Figura 9. Mapa de ubicación de Lima

Fuente: INEI

Tabla 14. Ubicación

Ubicación	
Región	Lima Metropolitana
Provincia	Lima

Fuente: elaboración propia.

El clima de la provincia de Lima en verano es de 29°C y 30°C, en invierno entre 19°C a 12°C y en primavera entre 23°C y 17°C. Teniendo como temperatura promedio anual de 29°C.

En la tesis está referido en base a la evaluación de la capa de rodadura para su adecuada resistencia al deslizamiento basado a una adecuada adherencia y resistencia principalmente por parte de los agregados ante las constantes cargas transmitidas por diferentes tipos de vehículos.

En diferentes distritos de Lima se puede visualizar por sus principales avenidas el deterioro de los pavimentos debido a diversos factores como la mala calidad de los agregados, la falta de un aditivo que ayude a la resistencia como también la mala adherencia de los agregados. En unión a todo ello, Lima es conocido como la “Gran ciudad de las fallas” debido a los deterioros que presenta el pavimento, entre los distritos más destacados se tiene La Victoria, Breña e Independencia. Cuyos planos de ubicación se encuentran en el Anexo N°4, 5, y 6 respectivamente.

Para poder obtener los resultados de cada indicador se realizaron diversos ensayos que fueron: granulometría, límite líquido, límite plástico, Riedel Weber, Stripping y diseño de mezcla asfáltica Marshall.

Ubicación de la Cantera

Para la ejecución de cada ensayo se obtuvieron los agregados de la Cantera Christofer “El Camión”, en el distrito de Carabaylo. Donde se obtuvo los agregados que fueron piedra chancada y arena gruesa requeridos en base a la norma de los ensayos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC). Que limita con los siguientes distritos:

Norte con Santa Rosa de Quives

Sur con el distrito de Comas

Este con Huarochirí

Oeste con Puente Piedra y Ancón

Cuyo plano de ubicación se encuentra en el Anexo N. °7

3.2 Análisis de resultados

3.2.1 Trabajos previos

Granulometría

- Se seleccionó 500 gr de arena y 1 kg de grava y se pesaron en la balanza.
- Posteriormente se llevaron los agregados al horno durante el periodo de 24 horas a una temperatura de 110°C.
- Luego se pesaron ambas muestras (arena y grava) para obtener el peso seco.
- Finalmente se pasaron ambas muestras por los tamices y se pesó cada una de las pasantes.

El Ensayo de Granulometría fue el primer ensayo básico realizado con el objetivo de poder señalar las gradaciones de la arena que se ha expuesto para la realización de los ensayos y si cumplen con los requisitos planteados. Obteniendo las siguientes tablas y curvas granulométricas.

Tabla 15. Material pasante por los tamices “Muestra de la arena”

Tamiz ASTM	Abertura mm	Peso Retenid.	Porcentaje		
			Retenido	Acumul.	Pasante
3"	76,200				
2 1/2"	63,000				
2"	50,000				
1 1/2"	37,500				
1"	25,000				
3/4"	19,000				
1/2"	12,500				
3/8"	9,500				100,00
1/4"	6,350				
# 4	4,750	12,10	2,0	2,0	98,0
# 8	2,360	74,80	12,1	14,1	85,9
# 10	2,000	40,00	6,5	20,5	79,5
# 16	1,180				
# 20	0,840				
# 30	0,600				
# 40	0,420	26,70	52,8	73,4	26,6
# 50	0,300				
# 80	0,180	74,90	12,1	85,5	14,5
# 100	0,150				
# 200	0,075	58,30	9,4	94,9	5,1
>200		31,60	5,1	100,0	0,0

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Tabla 15 se visualizó la realización del Ensayo de Granulometría por tamizado en base al Norma MTC E 204 para los agregados finos. Lo cual, se realizó primeramente el ensayo de granulometría de la arena, utilizando los tamices desde la malla 3/8" hasta la malla N°200.

Lo cual, demuestra el porcentaje pasante en la malla 3/8" fue el 100%, malla N°4 fue el 98%, N°8 fue de 85,9%, malla N°10 fue de 79,5%, malla N°40 fue de 26,6%, malla N°80 fue de 14,5%, la malla N°200 fue de 5,1%.

Por ende, cumple con los requisitos planteados para la ejecución de los ensayos para los Límites de Atterberg, ensayos de Adherencia y el Diseño Marshall.

Tabla 16. *Contenido de humedad de la arena*

Descripción de la muestra		
Peso húmedo	634,70	g
Peso seco	618,40	g
Contenido de humedad	2,6	%

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: De acuerdo a la Tabla 16 se puede visualizar la descripción de la arena utilizada.

Se pesó el agregado fino natural que fue 634,70 gramos de peso húmedo, posteriormente se llevó al horno a una temperatura de 110°C durante 24 horas y fue 618,40 gramos como peso seco.

En base al peso húmedo y seco se halló el contenido de humedad que presenta la arena se calculó:

$$\text{Contenido de Humedad} = \left(\frac{\text{peso humedo} - \text{peso seco}}{\text{peso seco}} \right) * 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = \left(\frac{634,70 - 618,40}{618,40} \right) * 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 2.64\%$$

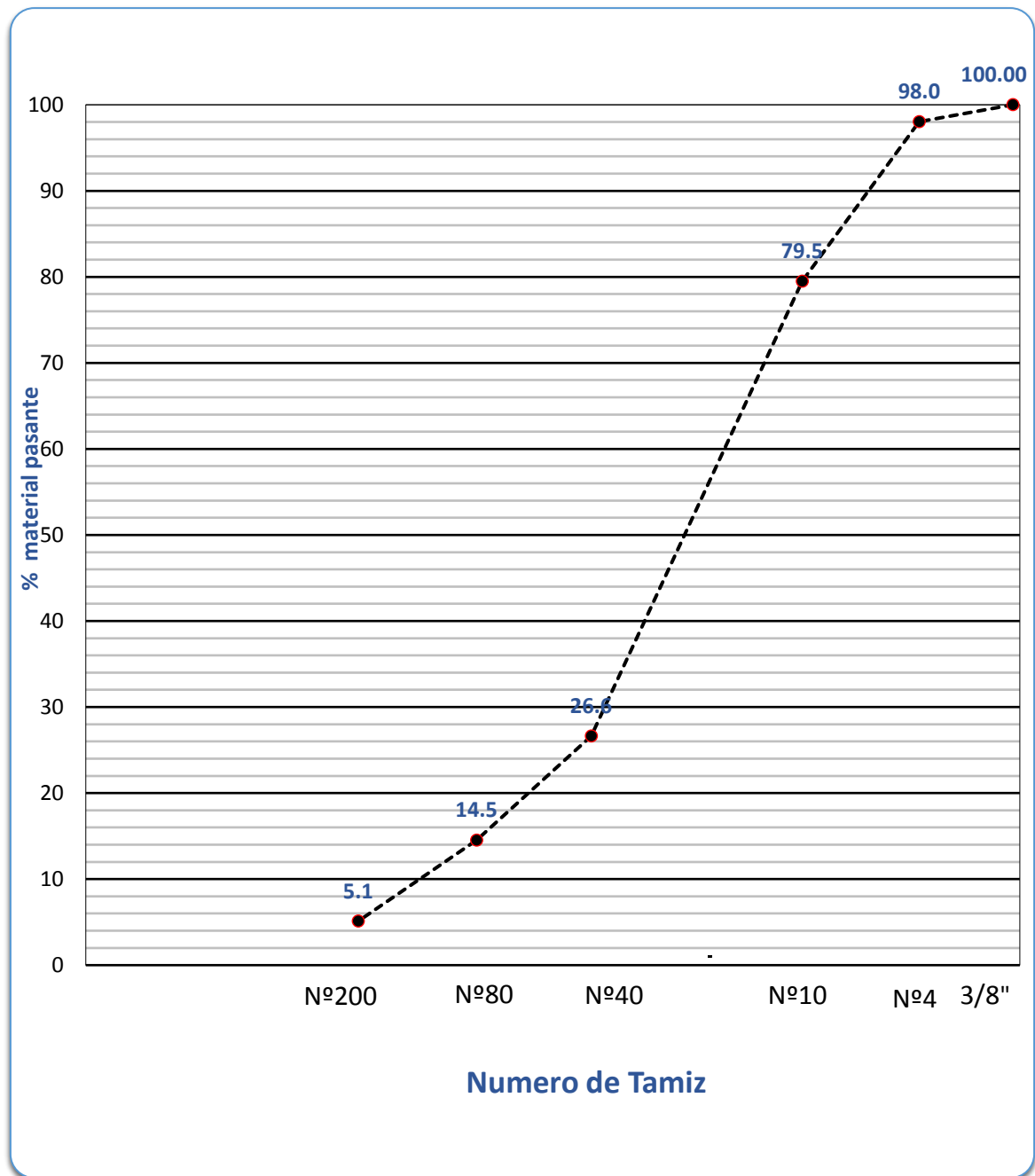


Figura 10. Curva granulométrica de la arena

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Figura 10 de % de Material Pasante Vs Número de Tamiz, se puede observar el porcentaje de material que paso en cada Tamiz para la muestra la arena. Por lo cual, el porcentaje de material de los tamices 3/8", N°4 y N°10 paso más del 50% de muestra y de los tamices de N°40, N°80 y N°200 tienen menos del 50% de la muestra.

Cuya pasante de la malla N°200 fue utilizado para elaboración de los ensayos de Límites de Atterberg con los diversos porcentajes de hidróxido de calcio.

Tabla 17. Cuadro de material pasante por los tamices de la grava

Tamiz ASTM	Abertura mm	Peso Retenid.	Porcentaje		
			Retenido	Acumul.	Pasante
3"	76,200				
2 1/2"	63,000				
2"	50,000				
1 1/2"	37,500				100,0
1"	25,000		0,0	0,0	100,0
3/4"	19,000		0,0	0,0	100,0
1/2"	12,500	1041,0	45,9	45,9	54,1
3/8"	9,500	715,0	31,5	77,4	22,6
1/4"	6,350				
# 4	4,750	514,0	22,6	100,0	0,0
# 8	2,360				
# 10	2,000	0,0	0,0	100,0	0,0
# 16	1,180				
# 20	0,840				
# 30	0,600				
# 40	0,420				
# 50	0,300				
# 80	0,180				
# 100	0,150				
# 200	0,075				
>200					

Fuente: elaboración propia

Interpretamos: En base a la Tabla 17 se observa el ensayo Granulométrico de la grava utilizando los tamices desde la malla 1 1/2" hasta la malla 3/8". Por ello, se visualizó que el porcentaje de muestra pasante en la malla 1 1/2" fue el 100%, 1" fue el 100%, malla 3/4" fue el 100%, malla 1/2" fue de 54,1% y malla 3/8" fue de 22,6%. Por ende, cumple con los requisitos planteados para la elaboración de los ensayos para los Ensayos de Adherencia de los agregados gruesos, Stripping, y para el Diseño Marshall. Para la realización del Diseño Marshall se tiene como requisito fundamental que, a nivel general, el tamaño de los agregados gruesos tiene que tener una dimensión máxima de 25 mm que es la malla de 1".

Tabla 18. Contenido de humedad de la grava

Descripción de la muestra		
Peso húmedo	2270,00	g
Peso seco	2270,00	g
Contenido de humedad	0,0	%

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: De acuerdo a la Tabla 18 se puede visualizar la descripción de la grava utilizada. En primer lugar, se pesó el agregado grueso en su forma natural que fue 2270,00 gramos de peso húmedo, luego se llevó al horno para secar la grava a una temperatura de 110°C durante 24 horas y fue 2270 gramos como peso seco. En base al peso húmedo y seco se halló el contenido de humedad que presenta la grava (agregado grueso) mediante el siguiente cálculo:

$$\text{Contenido de Humedad} = \left(\frac{\text{peso húmedo} - \text{peso seco}}{\text{peso seco}} \right) * 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = \left(\frac{2270,00 - 2270,00}{2270,00} \right) * 100$$

$$\text{Contenido de Humedad} = 0\%$$

Lo cual, se concluyó que la grava no presenta contenido de humedad debido a que el peso húmedo y el peso seco tuvieron un igual valor que fue 2270 gramos al pesarlo.

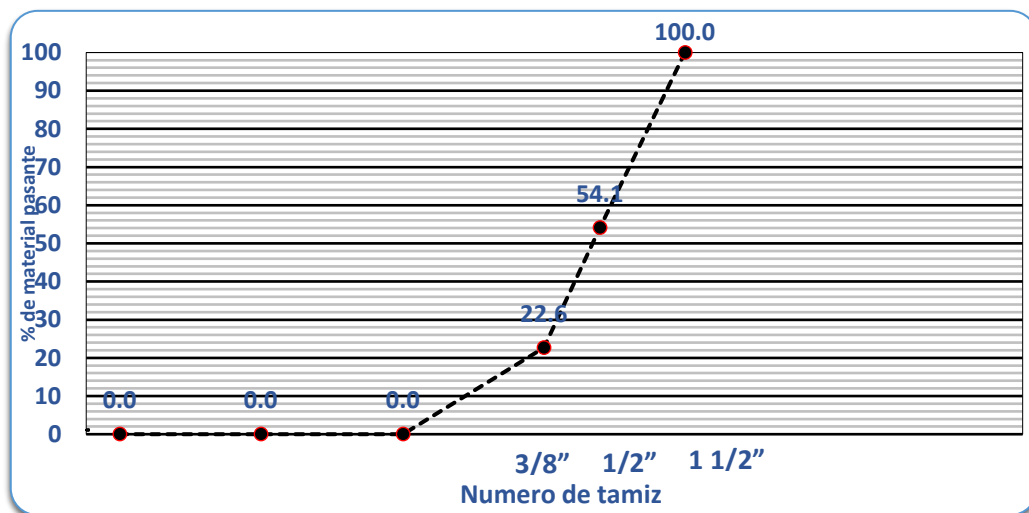


Figura 11. Curva granulométrica de la grava

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Figura 11 de % de Material Pasante Vs Numero de Tamiz, se puede visualizar el porcentaje de agregado grueso que paso en cada tamiz para la muestra (grava). Por ello, el porcentaje de material de los tamices 1 1/2" fue del 100%, malla 1/2" fue de 54,1% y malla 3/8" fue de 22,6%; y los demás tamices tuvieron 0% de material grueso pasante. Por lo cual, está dentro de los parámetros técnicos de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales acerca de las dimensiones y características de los agregados para la realización del en el Ensayo de Revestimiento y desprendimiento y el Diseño Marshall. (Ver Anexo 8)

Requerimientos del Agregado Grueso

Durabilidad

Tabla 19. Durabilidad de Piedra chancada

Tamiz	% Ret.	P. inic.	P. fin.	Perd. Peso	% Perd.	% Perd. Correg.
2 1/2"	0	0	0	0	0,00	0,00
2" - 1 1/2"	0	0	0	0	0,00	0,00
1" - 3/4"	0	0	0	0	0,00	0,00
1/2" - 3/8"	74,6	1006,4	910,2	96,2	9,56	7,13
N° 4	25,4	300,5	250	50,5	16,81	4,27

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Tabla 19 de durabilidad se visualiza los agregados pasantes de cada tamiz tomados desde 3/4" hasta el tamiz N°4, el peso inicial, peso final y peso perdido, el porcentaje de agregado retenido como el porcentaje perdido. Donde se concluye que los agregados calculados de forma cuantitativa son de $(7,13\% + 4,27\%) = 11\%$. Por lo tanto, cumple con los requerimientos de la Norma que establece que es debe de ser 18% máximo de acuerdo al MTC E 209. Por ello, cumple con la resistencia a la degradación de los agregados mediante la adición de sulfato de magnesio y saber inestabilidad a la intemperie.

Abrasión de los Ángeles

Tabla 20. Abrasión de la máquina de los Ángeles

Gradación	"A"	"B"	"C"	"D"
Esferas	12	11	8	6
1 1/2" - 1"	1250			
1" - 3/4"	1251			
3/4" - 1/2"	1248	2500		
1/2" - 3/8"	1251	2500		
3/8" - 1/4"			2500	
1/4" - N°4			2500	
N°4 - N°8				5000
Peso Muestra	5000	5000	5000	

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Por medio de la Tabla 20 se puede establecer la resistencia de los agregados gruesos a la degradación utilizando materiales pasantes desde los tamices 1 1/2" hasta el tamiz N°8. Los agregados a utilizar se secaron en el horno a una temperatura de 110°C.

De cada tipo de abrasión se obtuvieron los siguientes datos del peso de la muestra: Tipo A peso de 5000 g, tipo B peso de 5000g, tipo C peso de 5000 g y tipo D 5000 g. Por lo cual, el tipo de Abrasión a utilizar es del tipo A y se siguió la separación de los agregados del tamiz

Nº12 teniendo un peso retenido de 3746 g y el peso pasante del tamiz Nº12 de 1254 g. Por

lo cual:
$$\text{Promedio de desgaste} = \frac{(5000-3746)}{3746*100} = 25,08\%$$

Índice de Durabilidad

Tabla 21. Resultados de índice de durabilidad

Descripción	Identificación	
	1	2
Nº de ensayo		
Hora de entrada a decantación	11:32	12:05
Hora de salida de decantación	11:52	12:25
Altura máxima de material fino	4,90	4,80
Índice de Durabilidad	49,0	48,0
Promedio	48,5	

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Por medio de la Tabla 21 se puede visualizar el índice de durabilidad de las dos muestras desde el tamiz $\frac{3}{4}$ " hasta el tamiz de Nº4 y se pesó, lo cual tiene el propósito del valor que tiene los agregados antes daños ante la degradación.

Por lo cual, la hora de comienzo de la decantación de la primera muestra fue a las 11:32 a.m. y de la segunda muestra a las 12:05 p.m. con la adición de agua destilada 1000 ml, y la hora de salida de decantación es después de 20 minutos lo cual fue a las 11:52 a.m. y 12:25 p.m. y una altura máxima de 4.90 y 4,80 respectivamente.

Por lo cual cuyo promedio de ambas muestras da como resultado **48,50**.

Partículas chatas y alargadas

Tabla 22. Agregado Grueso Original

N.º de Tamiz	Agregado grueso		Peso de los Agregados Origen
	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	
2"			
1 1/2"		-	
1"	1293,6	47,05	1293,6
3/4"	881,7	32,07	881,7
1/2"	440,6	16,03	440,6
3/8"	133,5	4,86	133,5
Peso Total	2749,4		

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Tabla 22 se puede concluir el peso de los agregados gruesos utilizados para la realización del ensayo. Primero se obtuvo la muestra y se llevó al horno a una temperatura de 110°C durante 1 día, los mismos utilizados para la realización del ensayo. Una vez tamizadas se usaron las muestras desde los tamices de 1" hasta el tamiz de 3/8", obteniendo el peso retenido de cada tamiz que fueron:

1" peso fue de 1293,6 g

3/4" peso fue de 881,7 g

1/2" peso fue de 440,6 g

3/8" peso fue de 133,5 g

Total de peso de los agregados 2749,4 g

Luego se realizó el porcentaje del peso retenido de la siguiente manera:

$$1" \text{ peso fue de } 1293,6 \text{ g} \text{ ————— } \left(\frac{1293,6}{2749,4} \right) * 100 = 47,05 \text{ g}$$

$$3/4" \text{ peso fue de } 881,7 \text{ g} \text{ ————— } \left(\frac{881,7}{2749,4} \right) * 100 = 32,07 \text{ g}$$

$$1/2" \text{ peso fue de } 440,6 \text{ g} \text{ ————— } \left(\frac{440,6}{2749,4} \right) * 100 = 16,03 \text{ g}$$

$$3/8" \text{ peso fue de } 133,5 \text{ g} \text{ ————— } \left(\frac{133,5}{2749,4} \right) * 100 = 4,86 \text{ g}$$

Tabla 23. Partículas chatas y alargadas

N.º de Tamiz	Chatas y Alargadas		
	Peso	(%)	(%) corregido
2"			
1 1/2"	0,0		
1"	0,0	-	-
3/4"	9,6	1,09	0,35
1/2"	4,9	1,12	0,18
3/8"	1,0	0,71	0,03

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Luego se realizó el porcentaje del peso retenido de la siguiente manera en la Tabla 23:

$$3/4'' \text{ peso fue de } 881,7 \text{ g} \text{ ————— } \left(\frac{1293,6}{881,7} \right) * 100 = 1,09 \text{ g}$$

$$1/2'' \text{ peso fue de } 440,6 \text{ g} \text{ ————— } \left(\frac{881,7}{440,6} \right) * 100 = 1,12 \text{ g}$$

$$3/8'' \text{ peso fue de } 133,5 \text{ g} \text{ ————— } \left(\frac{440,6}{133,5} \right) * 100 = 0,71 \text{ g}$$

Posteriormente se realizó los cálculos de porcentaje corregido de los agregados clasificados:

$$3/4'' = \left(\frac{1,09 * 32,07}{100} \right) = 0,35 \text{ g}$$

$$1/2'' = \left(\frac{1,12 * 16,03}{100} \right) = 0,18 \text{ g}$$

$$3/8'' = \left(\frac{0,71 * 4,86}{100} \right) = 0,03 \text{ g}$$

Finalmente se obtuvo el total de partículas chatas y alargadas mediante la suma del porcentaje retenido calculado anteriormente que es

$$\text{Suma total de los porcentajes} = 0,35 + 0,18 + 0,03$$

$$\text{Suma total de los porcentajes} = \mathbf{0.56}$$

Caras fracturadas

Tabla 24. *Con una cara fracturada*

Tamiz (pasante)	Tamiz (retenido)	A (g)	B (g)	C (g)	D (g)	E (g)
1 1/2"	1"					
1"	3/4"	721,0	698,5	96,9	10,0	968,8
3/4"	1/2"	456,6	445,8	97,6	11,0	1.073,9
1/2"	3/8"	218,4	216,8	99,3	9,5	943,0
TOTAL		1396,0	1361,1			

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: De acuerdo a la Tabla 24 se puede observar el total de agregados de una cara fracturada lo que, primero se lleva al horno para secarlo a una temperatura de 110°C durante 24 horas, para ser tamizado usando los tamices desde 1 1/2" hasta el matiz de 3/8". Luego, se lava la muestra de los agregados de cada pasante de tamiz para eliminar de material fino.

Posteriormente se coloca en una franela, se seca constantemente y se clasifica de acuerdo a las caras que presente los agregados.

Se calcula de la siguiente manera:

1" a ¾" peso total de 721.0 g, peso de agregado de una sola cara fracturada es 698,5 g, porcentaje de material de una cara fracturada es $\left(\frac{698,5}{721,0}\right) * 100 = 96,9\%$ y posteriormente se multiplica el porcentaje de material $96,9 * 10 = 968,8\%$.

¾" a ½" peso total de 456,6 g peso de agregado de una sola cara fracturada es 445,8 g, porcentaje de material de una cara fracturada es $\left(\frac{445,8}{456,6}\right) * 100 = 97,6\%$ y posteriormente se multiplica el porcentaje de material $97,6 * 11 = 1073,9\%$.

½" a 3/8" peso total de 218,4 peso de agregado de una sola cara fracturada es 216,8 g, porcentaje de material de una cara fracturada es $\left(\frac{216,8}{218,4}\right) * 100 = 99,3\%$ y posteriormente se multiplica el porcentaje de material $99,3 * 9,5 = 943\%$.

Finalmente, porcentaje total de una cara fracturada = $\frac{(968,8+1073,9+943)}{30,5} = 97,9\% \geq 85\%$

Tabla 25. Con dos caras fracturadas

Tamiz (pasante)	Tamiz (retenido)	A (g)	B (g)	C (g)	D (g)	E (g)
1 1/2"	1"	0,0				
1"	¾"	721,0	648,9	90,0	10,0	900,0
¾"	½"	456,6	400,7	87,7	11,0	965,2
½"	3/8"	218,4	208,8	95,6	9,5	908,2
TOTAL		1396,0	1258,36			

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Tabla 25 se visualiza el porcentaje total de agregados que cuentan con dos o más caras fracturadas, de los materiales usados para la anterior clasificación lo cual se calcula de la misma forma:

1" a ¾" peso total de 721.0 g, peso de agregado de una sola cara fracturada es 648,9 g, porcentaje de material de una cara fracturada es $\left(\frac{648,9}{721,0}\right) * 100 = 90\%$ y posteriormente se multiplica el porcentaje de material $90 * 10 = 900\%$.

$\frac{3}{4}$ " a $\frac{1}{2}$ " peso total de 456,6 g peso de agregado de una sola cara fracturada es 400,7 g, porcentaje de material de una cara fracturada es $\left(\frac{400,7}{456,6}\right) * 100 = 87,7\%$ y posteriormente se multiplica el porcentaje de material $87,7 * 11 = 965,2\%$.

$\frac{1}{2}$ " a $\frac{3}{8}$ " peso total de 218,4 peso de agregado de una sola cara fracturada es 208,8 g, porcentaje de material de una cara fracturada es $\left(\frac{208,8}{218,4}\right) * 100 = 95,6\%$ y posteriormente se multiplica el porcentaje de material $95,6 * 9,5 = 908,2\%$.

Finalmente, porcentaje total de una cara fracturada = $\frac{(900+965,2+908,2)}{30,5} = 90,9\% \geq 50\%$

Sales solubles Totales

Tabla 26. Sales solubles

Ensayo	Resultado	
Contenido de sales solubles	810 p.p.m.	0,081 %

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En la Tabla 26 se visualiza el resultado del porcentaje de concentración de sales solubles que tiene 0.081% que cumple con los requerimientos como 0,5% máximo de concentración en agregados gruesos. Cuya finalidad de saber el porcentaje de sales presente en la muestra que puedan genere expansión en los agregados ocasionando que en el futuro provoque la degradación y destrucción de ellas.

Para la realización del ensayo se estableció una relación de agua destilada de 1:5, donde se realizó dos muestras, se pesó el beaker que es 35,37g., se pesó el beaker + residuos de sales donde el peso de ambas muestras fue 35,38 g., luego se pesó el residuo de sales que es la resta (peso del beaker + peso de residuos de sales) – (peso del beaker) obteniendo como resultado de la muestra 1 fue de 0,0081 y de la muestra 2 fue de 0,0081, posteriormente se colocó el volumen de la solución que es de 50 ml para ambas muestras, se prosiguió a determinar la concentración de las sales que se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Concentración de las sales} = \frac{(\text{peso del residuo} * 1000000)}{\text{volumen de la solución}}$$

Concentración de las sales muestra 1 = 162 p.p.m.

Concentración de las sales muestra 2 = 162 p.p.m.

Posteriormente se calculó la concentración de las sales en la muestra cuya forma es:

Concentración de las sales = $\frac{(\text{peso del residuo} * 1000000)}{\text{volumen de la solución}}$ * relación de agua destilada

Concentración de las sales muestra 1 = 810 p.p.m.

Concentración de las sales muestra 2 = 810 p.p.m.

Respectivamente su promedio fue de 810 p.p.m., y finalmente se el porcentaje de concentración de sales solubles en peso seco:

$$\text{Muestra 1} = \frac{810}{10000} = 0,081\%$$

$$\text{Muestra 2} = \frac{810}{10000} = 0,081\%$$

Promedio = 0,081% < **0,5% cumplió**

Requerimiento del Agregado Fino

Equivalente de arena

Tabla 27. *Equivalente de arena (arena gruesa)*

<i>Muestra</i>	1	2	3
Tamaño Máximo (mm)	4,75	4,75	4,75
Hora de Entrada	10:15	10:17	10:19
Hora de Salida	10:25	10:27	10:29
Hora de Entrada	10:27	10:29	10:31
Hora de Salida	10:47	10:49	10:51
Altura Máxima de la Arena (Pulg.)	6,60	6,60	6,50
Altura Máxima de Material Fino (Pulg.)	12,50	12,50	12,40
Equivalente de Arena (%)	52,8	52,8	52,4

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Mediante la Tabla 27 se puede concluir el promedio de equivalente de arena que tiene las 3 muestras para la realización del ensayo, lo cual se utilizó muestra pasante de la malla N°4 se colocó la solución de cloruro cálcico anhidro en el recipiente cuya hora de comienzo de la muestra N°1 fue a las 10:15 a.m., de la muestra N°2 10:17 a.m. y de la muestra N°3 fue a las 10:19 a.m. dejándolo reposar durante 10 minutos a cada uno cuya hora de termino fue 10:25 a.m., 10:27 a.m. y 10:29 a.m. respectivamente. Luego se agita y se deja

reposar 20 minutos teniendo como hora de salida 10:47 a.m., 10:49 a.m. y 10:51 a.m. de cada muestra mencionada anteriormente. Posteriormente se mide la altura de la arena y de la muestra fina con la finalidad de hallar el porcentaje de equivalente de arena que se calcula la división entre (Altura máxima de la rena / altura máxima de material fino) * 100 obteniendo lo siguientes resultados:

Muestra 1 = 52,8%

Muestra 2 = 52,8%

Muestra 3 = 52,4%

Cuyo promedio en base a las tres muestras es de 53% de equivalente de arena.

Angularidad del agregado fino

Tabla 28. Angularidad de muestra arena gruesa

Ensayo	1	2
Peso del agregado fino	1452,50	1420,50
Volumen del cilindro	939,00	939,00
Gravedad especifica de agregado fino	2,585	2,585
Vacios no compactados	40,17%	41,49%
Promedio	40,83%	

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Por medio de la Tabla 28 se puede visualizar que el promedio de angularidad de la arena gruesa lo cual se realizó primeramente dos muestras de las cuales se pesó el agregado de cada uno, luego el volumen del cilindro teniendo como resultado de 939 cada uno y la gravedad especifica de 2,585 igual en ambas, posteriormente se calculó los vacíos que no han sido compactados de la siguiente manera:

$$\text{Muestra 1} = \frac{(939 - (\frac{1452,50}{2,585}))}{939} * 100 = 40,17\%$$

$$\text{Muestra 2} = \frac{(939 - (\frac{1420,50}{2,585}))}{939} * 100 = 41,49\%$$

Cuyo promedio es de 40,83%

Azul de metileno

Tabla 29. Resultado de azul de metileno

Ensayo	Resultado
Valor de azul de metileno	4,5 mg/g

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Mediante la observación de la Tabla 29 se puede concluir que el resultado de la realización del ensayo de azul de metileno cuyo resultado fue 4,5 mg/g está dentro de los indicadores establecidos que mencionan como límite máximo de 8 mg/g.

Índice de plasticidad (Malla N°40)

Tabla 30. Índice plástico de la malla N°40

<i>Resultados obtenidos</i>	Límites de consistencia		<i>Índice plástico</i>
	<i>Líquido</i>	<i>Plástico</i>	
	0,0	N. P	N. P

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Conforme a la Tabla 30, se observa la realización ensayo basados en los requerimientos para los agregados finos mencionados el diseño de mezcla asfáltica en caliente para el Método Marshall en base al MTC E 111, donde se visualiza que no presenta (N.P.) índice de plasticidad, tal cual se mencionada en el Manual de carreteras.

Para la realización del ensayo de los Límites de Atterberg, primero se pesó el recipiente, posteriormente el peso del recipiente + suelo seco, luego el peso del recipiente + el peso del suelo húmedo, siguiente el peso del agua que se hizo la resta del (peso del recipiente + suelo húmedo) – (peso del recipiente + suelo seco), posteriormente el peso del suelo seco, y finalmente el contenido de humedad que se calcula:

$$\frac{(\text{peso del recipiente} + \text{peso del suelo húmedo}) - (\text{peso del recipiente} + \text{peso del suelo seco})}{(\text{peso del recipiente} + \text{peso del suelo seco}) - \text{peso del recipiente} * 100}$$

Dando como resultado que el agregado fino cumple con los requerimientos para el diseño del Ensayo de Método Asfáltico, donde el índice de plasticidad en la malla N°40 no presenta índice plástico.

Índice de Durabilidad

Tabla 31. Índice de durabilidad del agregado fino

Descripción	Muestra	
	1	2
N° DE ENSAYO	1	2
Hora de entrada a saturación	10:47	10:50
Hora de salida de saturación	10:57	11:00
Hora de entrada a decantación	10:59	11:05
Hora de salida de decantación	11:19	11:25
Altura máxima de la arcilla	7,78	7,49
Altura máxima de la arena	4,54	4,48
Índice de Durabilidad	58,4	59,8
Promedio	59,1	

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Conforme a la Tabla 31 se concluye el promedio que se obtuvo ante los ensayos realizados con dos muestras pasante del tamiz de la malla N°4 y retenido en el fondo con la adición de agua destilada con un contenido de 1000 ml. La cual, la hora de comienzo de saturación de la primera muestra fue a las 10:47 a.m. y de la segunda muestra fue a las 10:50 a.m. y la hora de termino fue después de 10 minutos 10:57 a.m. y 11:00 a.m. respectivamente. La hora de comienzo de decantación fue a las 10:59 a.m. y 11:05 a.m. y la hora de termino de decantación es después de 20 minutos que fue a las 11:19 a.m. y 11:25 a.m. Posteriormente se midió la altura de la arcilla que fue 7,78 y 7,49 y de la arena 4,54 y 4,48 de cada muestra. El índice de durabilidad se halló de la siguiente manera:

$$\text{Índice de durabilidad de la muestra 1} = \left(\frac{4,54}{7,78}\right) * 100 = 58,4$$

$$\text{Índice de durabilidad de la muestra 2} = \left(\frac{4,48}{7,40}\right) * 100 = 59,8$$

Cuyo promedio es de 59,1.

Sales Solubles Totales

Tabla 32. Resultados de Sales Solubles Totales del agregado fino

ENSAYO	RESULTADO	
Contenido de sales solubles	1215 p.p.m.	0,122%

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En la Tabla 32 se puede detallar acerca del resultado de las sales solubles en el agregado fino, cuyo fin es determinar la cantidad de sales que presenta la muestra fina (arena gruesa). Lo cual, en base a la norma menciona un máximo de 0,5% y el resultado obtenido en es de 0,122% que está dentro de los límites en base a los parámetros.

Para la realización del ensayo se estableció 50 gr de muestra de agregado con una relación de agua destilada de 1:5, donde se realizó dos muestras, se pesó el beaker que es 35,37g., se pesó el beaker + residuos de sales donde el peso de ambas muestras fue 35,38 g., luego se pesó el residuo de sales que es la resta (peso del beaker + peso de residuos de sales) – (peso del beaker) obteniendo como resultado de la muestra 1 fue de 0,0121 y de la muestra 2 fue de 0,0122, posteriormente se colocó el volumen de la solución que es de 50 ml para ambas muestras, se prosiguió a determinar la concentración de las sales que se calculó de la siguiente manera:

$$\frac{(\text{peso del residuo} * 1000000)}{\text{volumen de la solución}}$$

Dando como resultado la muestra 1 = 242 p.p.m. y la muestra 2 = 244 p.p.m., posteriormente se calculó la concentración de las sales en la muestra cuya forma es $\frac{(\text{peso del residuo} * 1000000)}{\text{volumen de la solución}}$ * relación de agua destilada cuyos resultado fue de 1210 p.p.m. y 1220 p.p.m. respectivamente y promedio fue de 1215 p.p.m., y finalmente se el porcentaje de concentración de sales solubles en peso seco:

$$\text{Muestra 1} = \frac{1210}{10000} = 0,121\%$$

$$\text{Muestra 2} = \frac{1220}{10000} = 0,122\%$$

$$\text{Promedio} = 0,122\% < 0,5\%$$

3.2.2 Influencia del hidróxido de calcio en el índice plástico en el pavimento flexible Límites de Atterberg en el pavimento flexible, Lima 2019.

Después de realizar el ensayo de granulometría, el material pasante por la malla N°200 se utilizó para realizar los límites dados que son: muestra patrón, con 1.5% y 2% de hidróxido de calcio.

De acuerdo al Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción” EG-2013 menciona que el material pasante por la malla N°200 debe de tener un índice de plasticidad de 4 máx. En base a la norma MTC E 111.

Para la realización del proyecto de investigación, se realizó en base a la muestra de agregado fino pasante por la malla N°200 sin añadir el hidróxido de calcio.

Tabla 33. Límite líquido patrón

	Limite Liquido		
	1	2	3
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	27.50	27.50	25.56
Peso Recipiente + Suelo Seco	24.47	24.66	23.50
Peso de Recipiente	14.54	14.54	15.01
Peso del Agua	3.03	2.84	2.06
Peso del Suelo Seco	9.93	10.12	8.49
Contenido Humedad	30.54	28.12	24.21
Numero De Golpes	18	23	28

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Mediante la Tabla 33 se visualiza el límite líquido del agregado fino (arena gruesa) sin la añadirle hidróxido de calcio, por lo cual es la muestra patrón para poder realizar la comparación entre las demás dosificaciones. En las tres muestras tomadas se dieron a los 18 golpes, 23 golpes y 28 golpes como se visualiza. Cuyo contenido de humedad se calcula de la siguiente forma:

$$W = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso del suelo seco}} * 100$$

Teniendo como resultado del contenido de humedad es 30,54% de la primera muestra, 28,12% de la segunda muestra y 24,21% de la tercera muestra.

Tabla 34. Límite Plástico

	Limite Plástico	
	1	2
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	22,96	23,45
Peso Recipiente + Suelo Seco	21,47	21,78
Peso de Recipiente	14,87	14,21
Peso del Agua	1,49	1,67
Peso del Suelo Seco	6,60	7,57
Contenido Humedad	22,58	22,06

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Tabla 34 se concluye el límite plástico mediante la realización de los rollitos de unos 3 milímetros de diámetro en una superficie junto con la palma de la mano hasta que se llegue a desmoronar. Luego se obtuvieron el peso del recipiente, del suelo húmedo, del suelo seco y del contenido de humedad:

$$W = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso del suelo seco}} * 100$$

Teniendo como resultado del contenido de humedad es 22,58% de la primera muestra y 22,06% de la segunda muestra.

Tabla 35. Índice Plástico

Resultados	
Limite Líquido	26.2
Limite Plástico	22.3
Índice plástico	3.9

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: De acuerdo a la Tabla 35 que se observa los resultados promedio del límite líquido y límite plástico de la muestra patrón (sin hidróxido de calcio) lo cual fue de 26,2 y 22,3 respectivamente, teniendo como índice de plasticidad 3,9 cumpliendo con los requerimientos de presentar de 4 máximo de índice plástico.

Tabla 36. Límite Líquido con 1% de Hidróxido de calcio

	Limite Líquido		
	1	2	3
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	28,54	27,65	28,12
Peso Recipiente + Suelo Seco	25,31	24,75	25,48
Peso de Recipiente	14,51	14,31	14,48
Peso del Agua	3,23	2,90	2,64
Peso del Suelo Seco	10,80	10,44	11,00
Contenido Humedad	29,91	27,78	23,97
Numero De Golpes	18	23	28

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Por medio de la Tabla 36 se observa el límite líquido del agregado fino con la adición de hidróxido de calcio de 1% con una pureza menor del 40%. En las tres muestras tomadas para la realización del límite líquido se dieron a los 18 golpes, 23 golpes y 28 golpes igualmente.

Cuyo contenido de humedad se calculó:

$$W = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso del suelo seco}} * 100$$

Obteniendo como resultado 29,91% de la primera muestra, 27,78% de la segunda muestra y 23,97% de la tercera muestra.

Tabla 37. Límite Plástico con 1% de Hidróxido de calcio

	Límite Plástico	
	1	2
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	23,45	22,78
Peso Recipiente + Suelo Seco	21,81	21,24
Peso de Recipiente	14,51	14,37
Peso del Agua	1,64	1,54
Peso del Suelo Seco	7,30	6,87
Contenido Humedad	22,51	22,42

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: De acuerdo a la Tabla 37 se observa que el límite plástico mediante la incorporación de 1% de hidróxido de calcio de una pureza menor del 40% mediante la realización de los rollitos de unos 3 milímetros de diámetro en una superficie de vidrio junto con la ayuda de la palma de la mano hasta que se llegue a desmoronar. Donde se obtuvo el contenido de humedad que es:

$$W = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso del suelo seco}} * 100$$

Teniendo como resultado del contenido de humedad es 22,51% de la primera muestra y 22,42% de la segunda muestra.

Tabla 38. Índice Plástico con 1% de Hidróxido de calcio

Resultados	
Límite Líquido	25.9
Límite Plástico	22.5
Índice plástico	3.4

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Mediante la Tabla 38 se determina que el promedio de límite líquido de la realización de las tres muestras fue de 25,9 y del límite plástico su promedio fue de 22,5. Por lo cual, el índice plástico es de 3.4 que según el Manual de Carreteras cumple ya que se debe de tener 4 máximo.

En conclusión, al incorporar el hidróxido de calcio a pesar de ser de baja pureza 38% ayuda a reducir el índice de plasticidad mejorando la resistencia al corte, a la expansión y permeabilidad de los agregados

Tabla 39. Límite Líquido con 1.50 % de Hidróxido de calcio

	Límite Líquido		
	1	2	3
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	29,54	29,11	28,87
Peso Recipiente + Suelo Seco	25,93	25,91	25,97
Peso de Recipiente	14,12	14,27	14,31
Peso del Agua	3,61	3,20	2,90
Peso del Suelo Seco	11,81	11,64	11,66
Contenido Humedad	30,57	27,54	24,87
Numero De Golpes	18	23	28

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: De acuerdo a la Tabla 39 visualizamos el límite líquido del agregado fino con la incorporación del hidróxido de calcio 1.5% con una pureza menor del 40%. En las tres muestras tomadas se dieron a los 18 golpes, 23 golpes y 28 golpes como se visualiza en la tabla. Cuyo contenido de humedad se calcula:

$$W = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso del suelo seco}} * 100$$

Teniendo como resultado del contenido de humedad es 30,57% de la primera muestra, 27,54% de la segunda muestra y 24,87% de la tercera muestra.

Tabla 40. Límite Plástico con 1.50 % de Hidróxido de calcio

	Límite Plástico	
	1	2
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	25,12	24,97
Peso Recipiente + Suelo Seco	23,12	23,00
Peso de Recipiente	14,24	14,29
Peso del Agua	2,00	1,97
Peso del Suelo Seco	8,88	8,71
Contenido Humedad	22,52	22,62

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Por medio de la Tabla 40 se puede determinar que el límite plástico mediante la incorporación de 1.5% de hidróxido de calcio de una pureza menor del 40% mediante la realización de los rollitos de unos 3 milímetros de diámetro en una superficie obtuvo como resultado en el contenido de humedad:

$$W = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso del suelo seco}} * 100$$

Teniendo como resultado del contenido de humedad es 22,52% de la primera muestra y 22,62% de la segunda muestra.

Tabla 41. *Índice Plástico con 1.50 % de Hidróxido de calcio*

Resultados	
Limite Líquido	26.4
Limite Plástico	22.6
Índice plástico	3.8

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Tabla 41 del resultado del índice plástico con la adición del 1.5% de hidróxido de calcio de pureza menor del 40%. Se determinó que presenta un índice de plasticidad fue de 3.8 que está dentro de las especificaciones de ser menor a 4 máximo como se menciona, pero teniendo como antecedente que solo al añadir el 1% de hidróxido de calcio tuvo un índice plástico de 3.4; ayudando de la misma forma a la resistencia al corte, permeabilidad y expansión a futuro.

Tabla 42. *Límite Líquido con 2 % de Hidróxido de calcio*

	Limite Líquido		
	1	2	3
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	30,45	31,45	30,21
Peso Recipiente + Suelo Seco	26,55	27,71	27,01
Peso de Recipiente	14,31	14,51	14,27
Peso del Agua	3,90	3,74	3,20
Peso del Suelo Seco	12,24	13,20	12,74
Contenido Humedad	31,86	28,33	25,12
Numero De Golpes	18	23	28

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Por medio de la Tabla 42 se determina el límite líquido de la muestra fina con la dosificación de 2% de hidróxido de calcio con una pureza menor de 40%. En las tres muestras tomadas se dieron a los 18 golpes, 23 golpes y 28 golpes observada en la tabla. Cuyo contenido de humedad fue:

$$W = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso del suelo seco}} * 100$$

Teniendo como resultado del contenido de humedad es 31,86% de la primera muestra, 28,33% de la segunda muestra y 25,12% de la tercera muestra.

Tabla 43. Límite Plástico con 2 % de Hidróxido de calcio

	Límite Plástico	
	1	2
Peso Recipiente + Suelo Húmedo	24,57	25,11
Peso Recipiente + Suelo Seco	22,71	23,13
Peso de Recipiente	14,51	14,44
Peso del Agua	1,86	1,98
Peso del Suelo Seco	8,20	8,69
Contenido Humedad	22,67	22,78

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: De acuerdo a la Tabla 43 se puede concluir que el límite plástico mediante la incorporación de 2% de hidróxido de calcio de una pureza menor del 40% otorgo como

resultado de contenido de humedad:
$$W = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso del suelo seco}} * 100$$

Teniendo como resultado del contenido de humedad es 22,67% de la primera muestra y 22,78% de la segunda muestra.

Tabla 44. Índice Plástico con 2 % de Hidróxido de calcio

Resultados	
Límite Líquido	26.9
Límite Plástico	22.7
Índice plástico	4.2

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Tabla 44 presentada se observa que el promedio de límite líquido de las 3 muestras fue de 26.9 y del promedio del límite plástico fue de 22,7, lo que conlleva que su índice plástico es de 4,2 superando el 4% máximo referido en el Manual de Carreteras. Por lo tanto, con la dosificación de 2% no otorga una adecuada resistencia de los agregados generando a futuro la expansión y fisuras en el pavimento.

3.2.3 Influencia del hidróxido de calcio en la adherencia en el pavimento flexible

Adherencia de los agregados

Riedel weber – Adherencia de los agregados Finos

El ensayo se realiza mediante la incorporación de la mitad disolución molar que es carbonato sódico con la mezcla de agua destilada y así sucesivamente hasta obtener las 10 muestras para corroborar de manera visual la adhesividad del agregado fino pasado del tamiz N°30 y retenido en el tamiz N°70, posteriormente es lavado para eliminar el polvo que puede tener

y luego llevado al horno a una temperatura de 150°C durante 1 hora. Finalmente, una vez pasado se lleva al material a la balanza utilizando para cada tubo de ensayo 0,5 gr en forma de bolita, 6m3 de agua destilada junto con la mezcla asfáltica y llevada por el tiempo de un minuto a ebullición:

Tabla 45. *Adherencia patrón de la arena*

Concentración (gr./lt. Na₂CO₃)	Índice de adhesividad	Observación
Agua destilada	0	No hay desprendimiento
M/256=0.414	1	No hay desprendimiento
M/128=0.828	2	No hay desprendimiento
M/64=1.656	3	No hay desprendimiento
M/32=3.312	4	No hay desprendimiento
M/16=6.625	5	No hay desprendimiento
M/8=13.25	6	Desprendimiento parcial
M/4=26.5	7	Desprendimiento parcial
M/2=53	8	Desprendimiento total
M/1=106.0	9	Desprendimiento total

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Mediante la Tabla 45 se visualiza el ensayo patrón realizado para visualizar la adherencia en relación con la disolución donde el tubo de ensayo enumerado desde el 0 hasta el 5 no presenta de manera ocular desprendimiento lo cual, es decir, las partículas de los agregados siguen adhesivos con la mezcla asfáltica. Por lo tanto, hasta el tubo de ensayo enumerado con el 5 no presenta desprendimiento parcial y cumpliendo con el Manual que considera que para una adecuada adherencia entre ambos debe ser mínimo en una concentración de M/16 que es el tubo de índice de adhesividad número 5.

Tabla 46. *Adherencia de la arena con 1% de hidróxido de calcio*

Concentración (gr./lt. Na₂CO₃)	Índice de adhesividad	Observación
Agua destilada	0	No hay desprendimiento
M/256=0.414	1	No hay desprendimiento
M/128=0.828	2	No hay desprendimiento
M/64=1.656	3	No hay desprendimiento
M/32=3.312	4	No hay desprendimiento
M/16=6.625	5	Desprendimiento parcial
M/8=13.25	6	Desprendimiento parcial
M/4=26.5	7	Desprendimiento total
M/2=53	8	Desprendimiento total
M/1=106.0	9	Desprendimiento total

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: De acuerdo a la Tabla 46 se puede concretar la adherencia de la muestra fina obtenida con la incorporación de 1% de hidróxido de calcio con una pureza menor de 40%

influye también a una adecuada adhesividad entre la mezcla asfáltica y el agregado ya que no presenta desprendimiento hasta la concentración M/32 cuyo tubo enumerado es el 4 cumpliendo con la Norma del MTC que indica como mínimo no presente desprendimiento en el tubo de ensayo de índice de adhesividad número 4.

Tabla 47. Adherencia de la arena con 1.50% de hidróxido de calcio

Concentración (gr./lt. Na ₂ CO ₃)	Índice de adhesividad	Observación
Agua destilada	0	No hay desprendimiento
M/256=0.414	1	No hay desprendimiento
M/128=0.828	2	No hay desprendimiento
M/64=1.656	3	No hay desprendimiento
M/32=3.312	4	Desprendimiento parcial
M/16=6.625	5	Desprendimiento total
M/8=13.25	6	Desprendimiento total
M/4=26.5	7	Desprendimiento total
M/2=53	8	Desprendimiento total
M/1=106.0	9	Desprendimiento total

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Tabla 47 del ensayo de Riedel Weber con la incorporación de 1.5% de hidróxido de calcio solo influye en la adherencia en una concentración de M/64 cuyo tubo de ensayo es el enumerado de 3 la cual no presenta desprendimiento pero a partir de una concentración de M/32 se visualizó desprendimiento parcial de algunas partículas del agregado lo cual se visualizó algunas de coloración blanca y desde una concentración de M/16 si produjo un desprendimiento total entre la mezcla asfáltica y el agregado fino. Por lo tanto, no cumple respecto al Manual de Carreteras la cual debe de tener una adherencia mínima de 4 cuya concentración es M/32 = 3.312.

Tabla 48. Adherencia de la arena con 2% de hidróxido de calcio

Concentración (gr./lt. Na ₂ CO ₃)	Índice de adhesividad	Observación
Agua destilada	0	No hay desprendimiento
M/256=0.414	1	No hay desprendimiento
M/128=0.828	2	Desprendimiento parcial
M/64=1.656	3	Desprendimiento total
M/32=3.312	4	Desprendimiento total
M/16=6.625	5	Desprendimiento total
M/8=13.25	6	Desprendimiento total
M/4=26.5	7	Desprendimiento total
M/2=53	8	Desprendimiento total
M/1=106.0	9	Desprendimiento total

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Por medio de la Tabla 48 donde muestra la adherencia que presento el ensayo puede concluir que al añadir el 2% de hidróxido de calcio de pureza menor de 40% no influye en una adecuada entre el cemento asfáltico y el agregado fino ya que no presenta desprendimiento solo en la concentración de M/256 y un desprendimiento parcial en la concentración de M/128 y las demás concentraciones un desprendimiento total.

Stripping – Adherencia de los agregados Gruesos – Revestimiento y desprendimiento

Tabla 49. Adherencia de la grava

Ensayo	Resultado	Especificaciones
Adherencia	+95	+95

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Mediante la Tabla 49 se concluye el ensayo presenta un resultado más de 95% de adherencia del agregado grueso y la mezcla asfáltica ante el desprendimiento y revestimiento. Por lo cual, ante la evaluación visual del agregado grueso desde el tamiz 3/8” hasta 1/4” en ebullición de 5 minutos no presento desprendimiento.

3.2.4 Influencia del hidróxido de calcio en la resistencia en el pavimento flexible

Método Marshall

Tabla 50. Granulometría de los agregados

Tamiz	Abertura	Peso	Porcentaje			Especificación	
ASTM	mm	Retenid.	Retenido	Acumul.	Pasante	MAC-2	
3"	76,200						
2 1/2"	63,000						
2"	50,000						
1 1/2"	37,500						
1"	25,000						
3/4"	19,000				100,0	100	100
1/2"	12,500	503,3	17,4	17,4	82,6	80	100
3/8"	9,500	345,7	12,0	29,4	70,6	70	88
1/4"	6,350						
# 4	4,750	283,6	9,8	39,2	60,8	51	68
# 8	2,360	216,0	7,5	46,7	53,3		
# 10	2,000	115,8	4,0	50,7	49,3	38	52
# 16	1,180						
# 30	0,600						
# 40	0,420	946,1	32,8	83,5	16,5	17	28
# 80	0,180	216,9	7,5	91,0	9,0	8	17
# 100	0,150						
# 200	0,075	168,8	5,8	96,8	3,2	4	8
>200		92,2	3,2	100,0			

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Tabla 50 visualiza las características que presenta el agregado grueso, tienen más porcentaje de pasante desde la malla $\frac{3}{4}$ ". Las muestras obtenidas para realizar el ensayo granulométrico se pesaron, luego se colocó en horno por 24 horas. Por lo cual, se realizó un diseño de mezcla asfáltica en caliente tipo 2.

Tabla 51. Cantidad de agregados

Descripción de la muestra	
Grava triturada	38,0%
Arena zarandeada	62,0%
Filler	0,5%

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: De acuerdo a la Tabla 51 se puede observar la cantidad de piedra chancada, arena gruesa y la adición de 0,5% de hidróxido de calcio para el diseño patrón que ha sido utilizada.

Estos porcentajes fueron para que cumplan con dentro de los parámetros en ambas granulometrías realizadas de los agregados.

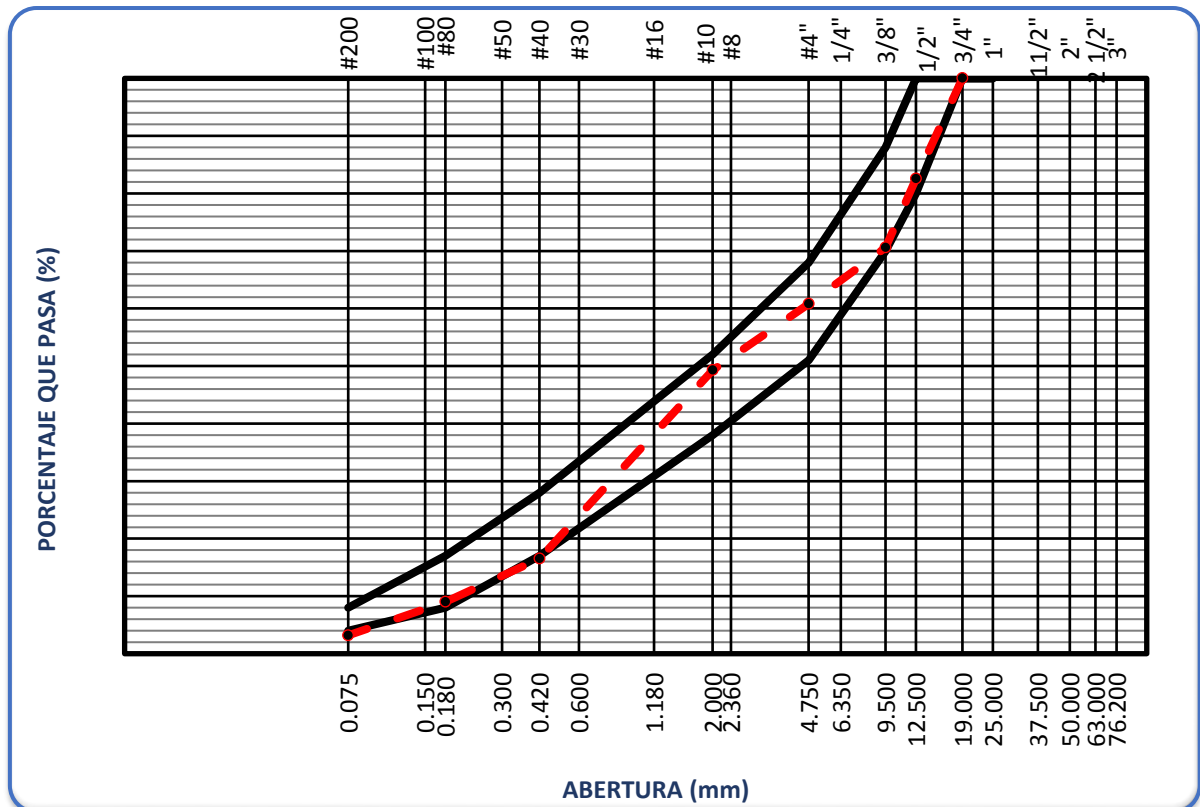


Figura 12: Parámetros de los agregados

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Por medio de la Figura 12 se puede observar en el grafico que los porcentajes de los agregados a utilizados para la realización del diseño de mezcla asfáltica se encuentra dentro de los parámetros de las granulometrías realizadas anteriormente en la Tabla 15 y la Tabla 17.

Peso Unitario

Tabla 52. *Peso unitario suelto del agregado grueso*

Muestras		1	2	3
Peso de la Muestra + Molde	g	29610	29862	29751
Peso del Molde	g	9800	9800	9800
Peso de la Muestra	g	19810	20062	19951
Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1,420	1,438	1,430
Peso unitario total suelto	g/cc	1,429		

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: De acuerdo a la Tabla 52 se puede observar que el peso unitario de las muestras se realiza con la finalidad de poder realizar un correcto de diseño de mezcla asfáltica lo cual, se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Peso de la muestra} = (\text{Peso de la muestra} + \text{molde}) - \text{peso del molde}$$

$$\text{Peso de la muestra 1} = 29610 - 9800$$

$$\text{Peso de la muestra 1} = 19810 \text{ g}$$

Y se realizó de la misma manera el peso de la segunda y tercera muestra. Posteriormente una vez obtenido el volumen del molde, se hallaron el peso unitario suelto de cada muestra:

$$\text{Peso unitario suelto de la muestra} = \frac{\text{peso de la muestra}}{\text{volumen del molde}}$$

$$\text{Peso unitario suelto de la muestra 1} = \frac{19810}{13950}$$

$$\text{Peso unitario suelto de la muestra 1} = 1,420 \text{ g/CC}$$

Realizando de la misma manera la muestra 2 y 3 hasta obtener el promedio de las 3 muestras teniendo al final el peso unitario total suelto cuyo valor es 1,429 g/cc.

Tabla 53. Peso unitario compactado del agregado grueso

Muestras		1	2	3
Peso de la Muestra + Molde	g	31790	31685	31700
Peso del Molde	g	9800	9800	9800
Peso de la Muestra	g	21990	21885	21900
Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1,576	1,569	1,570
Peso unitario total compactado	g/cc	1,572		

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Mediante la Tabla 53 se puede visualizar el valor del peso unitario total del agregado grueso compactado, que se realizó mediante los pesos y material compactado lo cual, una vez obtenido el peso de la muestra, peso del molde y el volumen del molde, que se halló de la siguiente manera:

$$\text{Peso unitario compactado de la muestra} = \frac{\text{peso de la muestra}}{\text{volumen del molde}}$$

$$\text{Peso unitario compactado de la muestra 1} = \frac{21990}{13950}$$

$$\text{Peso unitario compactado de la muestra 1} = 1,576 \text{ g/CC.}$$

Realizando de la misma manera la muestra 2 y 3 hasta obtener el promedio de las 3 muestras compactadas teniendo al final el peso unitario total compactadas cuyo valor es 1,572 g/CC.

Tabla 54. Peso unitario suelto del agregado grueso

Muestra		1	2	3
Peso de la Muestra + Molde	g	6470	6452	6493
Peso del Molde	g	2363	2363	2363
Peso de la Muestra	g	4107	4089	4130
Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1,488	1,482	1,496
Peso Unitario Total Suelto	g/cc	1,489		

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Tabla 54 se puede concluir que el peso unitario de las muestras se realiza con la finalidad de poder realizar un correcto de diseño de mezcla asfáltica lo cual, se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Peso de la muestra} = (\text{Peso de la muestra} + \text{molde}) - \text{peso del molde}$$

$$\text{Peso de la muestra 1} = 6470 - 2363$$

Peso de la muestra 1 = 4107 g

Y se realizó de la misma manera el peso de la segunda y tercera muestra. Posteriormente una vez obtenido el volumen del molde, se hallaron el peso unitario suelto de cada muestra:

$$\text{Peso unitario suelto de la muestra} = \frac{\text{peso de la muestra}}{\text{volumen del molde}}$$

$$\text{Peso unitario suelto de la muestra 1} = \frac{4107}{2760}$$

Peso unitario suelto de la muestra 1 = 1,488 g/CC.

Realizando de la misma manera la muestra 2 y 3 hasta obtener el promedio de las 3 muestras teniendo al final el peso unitario total suelto cuyo valor es 1,489 g/CC.

Tabla 55. *Peso unitario compactado del agregado grueso*

Muestras		1	2	3
Peso de la Muestra + Molde	g	7299	7268	7305
Peso del Molde	g	2363	2363	2363
Peso de la Muestra	g	4936	4905	4942
Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1,788	1,777	1,791
Peso Unitario Total Compactado	g/cc	1,785		

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Mediante la visualización de la Tabla 55 se puede determinar el valor del peso unitario total del agregado grueso compactado, que se realizó mediante los pesos y material compactado.

Por lo cual, una vez obtenido el peso de la muestra, peso del molde y el volumen del molde, que se halló de la siguiente manera:

$$\text{Peso unitario compactado de la muestra} = \frac{\text{peso de la muestra}}{\text{volumen del molde}}$$

$$\text{Peso unitario compactado de la muestra 1} = \frac{4936}{2760}$$

Peso unitario compactado de la muestra 1 = 1,788 g/CC.

Realizando de la misma manera la muestra 2 y 3 obtenido como resultado 1,777 g/CC. y 1,791 g/cc. respectivamente.

Por ello, hasta obtener el promedio de las 3 muestras compactadas teniendo al final el peso unitario total compactadas cuyo valor es 1,785 g/CC.

Peso específico y absorción

Tabla 56. *Peso específico y absorción del agregado grueso*

Muestras		1	2	Promedio
Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	g	504,3	519,6	511,9
Peso muestra Saturada Superficialmente Seca	g	800,7	824,6	812,7
Peso muestra Seco	g	792,8	816,5	804,6
Peso específico Saturada Superficialmente Seca	g/cc	2,70	2,70	2,70
Peso específico de masa	g/cc	2,67	2,68	2,68
Peso específico aparente	g/cc	2,75	2,75	2,75
Absorción de agua	%	1,0	1,0	1,0

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Conforme a la Tabla 56 se observa el peso específico de la muestra gruesa de las dos muestras que se calculó de la siguiente manera:

Peso específico saturada superficialmente seca =

$$\frac{\text{peso muestra saturada superficialmente seca}}{(\text{peso muestra saturada superficialmente seca} - \text{peso de la muestra sumergida canastilla})}$$

$$\text{Peso específico saturada superficialmente seca 1} = \frac{800,7}{(800,7 - 504,3)}$$

Peso específico saturada superficialmente seca 1 = 2,70 g/cc.

Realizándose de la misma manera para la muestra 2 cuyo peso específico saturada superficialmente seca es 2,70 g/cc. y el promedio de ambas muestras es de 2,70 g/cc. Posteriormente, con los resultados hallados se procedió a calcular el peso específico de la masa, peso específico aparente y absorción de agua de ambas muestras de la siguiente manera:

Peso de la masa 1 =

$$\frac{\text{peso muestra seco}}{(\text{peso muestra saturada superficialmente seca} - \text{peso de la muestra sumergida canastilla})}$$

$$\text{Peso de la masa 1} = \frac{792,5}{(800,7 - 504,3)}$$

Peso de la masa 1 = 2,67 g/cc.

Y de la misma forma para la muestra 2 teniendo como valor 2,68 g/cc.

Cuyo promedio de ambas muestras es de 2,68 g/cc.

Luego, se halló el peso específico aparente de ambas muestras.

Peso específico aparente 1 =

$$\frac{\text{peso muestra seco}}{(\text{peso muestra seco} - \text{peso de la muestra sumergida canastilla})}$$

$$\text{Peso específico aparente 1} = \frac{792,8}{(792,8-504,3)}$$

Peso específico aparente 1 = 2,75 g/cc.

Obteniendo de la misma manera el peso específico aparente de la muestra 2 = 2,75 g/cc.

Cuyo promedio peso específico aparente 2,75 g/cc.

Finalmente, se calculó la absorción de agua de la primera muestra:

Absorción de agua 1 y 2=

$$\frac{\text{peso muestra saturada superficialmente seca} - \text{peso muestra seca}}{\text{peso muestra seca}} \times 100$$

$$\text{Absorción de agua 1 y 2} = \frac{800,7 - 792,8}{792,8} \times 100$$

Absorción de agua 1 y 2 = 1,0%

Teniendo como absorción de agua promedio 1,0%.

Tabla 57. *Peso específico y absorción del agregado fino*

Muestras		1	2	Promedio
Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua	g	982,11	983,2	982,7
Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon	g	671,2	671,4	671,3
Peso del Agua	g	310,91	311,8	311,4
Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balon	g/cc	665,4	665,2	665,30
Peso del Balón N° 2	g/cc	171,2	171,7	171,45
Peso de la Arena Seca al Horno	g/cc	494,2	493,5	493,85
Volumen del Balon	cc	497,7	497,7	497,7
Peso específico de la masa	g/cc	2,65	2,65	2,65
Peso espec. De masa s.s.s.	g/cc	2,68	2,69	2,68
Peso específico aparente	g/cc	2,73	2,75	2,74
Porcentaje de absorción	%	1,2	1,3	1,2

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: De acuerdo a la Tabla 57 de puede visualizar el peso específico y absorción del agregado fino que se calcularon de la siguiente forma:

$$\text{Peso específico de la masa 1 y 2} = \frac{\text{peso de la arena seca al horno}}{\text{volumen del balon} - \text{peso del agua}}$$

$$\text{Peso específico de la masa 1 y 2} = \frac{494,2}{497,7 - 310,91}$$

Peso específico de la masa 1 y 2 = 2,65 g/cc

Obteniendo como promedio de peso específico de ambas muestras 2,65 g/cc.

Luego, se calculó el peso específico de masa saturada superficialmente seca:

$$P.E.M. 1 = \frac{500}{\text{volumen del balon} - \text{peso del agua}}$$

$$P.E.M. 1 = \frac{500}{497,7 - 310,91}$$

$$P.E.M. 1 = 2,68 \text{ g/cc.}$$

Teniendo como resultado de la muestra 2 el valor de 2,69 g/cc y cuyo promedio peso específico de la masa 2,68 g/cc. Se prosiguió hallando el peso específico aparente:

Peso específico aparente 1 =

$$\frac{\text{peso de la arena seca al horno}}{(\text{volumen del balon} - \text{peso del agua}) - (500 - \text{peso de la arena seca al horno})}$$

$$\text{Peso específico aparente 1} = \frac{494,2}{(497,7 - 310,91) - (500 - 494,2)}$$

$$\text{Peso específico aparente 1} = 2,73 \text{ g/cc.}$$

Obteniendo como peso específico aparente de la 2 muestra es 2,75 g/cc, y promedio 2,74 g/cc. Finalmente, se calculó el porcentaje de absorción de la muestra:

$$\text{Porcentaje de absorción muestra 1} = \frac{500 - \text{peso de la arena seca al horno}}{\text{peso de la arena seca al horno}} * 100$$

$$\text{Porcentaje de absorción muestra 1} = \frac{500 - 494,2}{494,2} * 100$$

$$\text{Porcentaje de absorción muestra 1} = 1,2\%$$

Y el porcentaje de absorción de la 2 muestra 1,3%, cuyo promedio porcentaje de absorción 1,2%.

Tabla 58. Gradación

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC-1	MAC-2	MAC-3
1"	100		
3/4"	100-80	100	
1/2"	67-85	80-100	
3/8"	60-77	70-88	100
N°4	43-54	51-68	65-87
N°10	29-45	38-52	43-61
N°40	14-25	17-28	16-29
N°80	8-17	8-17	9-19
N°200	4-8	4-8	5-10

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Mediante la Tabla 58 se concluye para el diseño de mezcla asfáltica en caliente se utilizó tipo 2, que es mayormente usado para vías de tráfico alto y medio.

Se uso el MAC 2 en base a las granulometrías anteriormente realizadas donde se presenta con mayor cantidad en base al Manual de Carreteras es del tipo 2 debido a que la dimensión mayor que se utilizó para el diseño Marshall fue desde el tamiz ¾” hasta el tamiz N°200.

Tabla 59. Asfáltico teórico

% grava	46,7
% arena	50,1
% finos	3,2
Asfalto teórico	4,5 %

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Mediante la Tabla 59 se observa el porcentaje de grava utilizada fue de 46,7% que es el porcentaje acumulado del tamiz pasante de N°8, el de arena fue de 50,1% que es la suma de porcentaje retenido desde el tamiz N°10 hasta el tamiz N°200 y el 3,2% de agregado fino del tamiz pasante de la malla N°200.

Por lo cual, el porcentaje de asfáltico teórico que se usó para el diseño se realizo fue de:

$$\text{Asfáltico teórico} = 0,035 * (46,7) + 0,045 * (50,1) + 0,18 * (3,2) = 4,5 \%$$

Tabla 60. Peso de los agregados y asfalto

% de Asfalto	4,0	4,5	5,0	5,5
Peso de asfalto	47,6	53,6	59,6	65,6
Peso de grava	445,5	443,2	441,0	438,7
Peso arena zarandeada	726,9	723,2	719,5	715,7

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: De acuerdo a la Tabla 60 se entiende que el peso del asfalto, grava y arena del asfalto optimo que fue de 4.5% se realiza una secuencia menor y mayor con una variación de 0.5%, luego se realizó el peso de los materiales del 4.5% de asfalto de la siguiente manera:

$$\text{Peso del asfalto} = 4,5 * 12 = 53,6$$

$$\text{Peso de grava} = (\text{peso de la briqueta} - 4,5) * 38 = (1220 - 4,5) * 38\% = 445,5$$

$$\text{Peso de arena} = (\text{peso de la briqueta} - 4,5) * 62 = (1220 - 4,5) * 62\% = 723,2$$

Realizando de la misma manera en los demás porcentajes de asfalto.

Tabla 61. Diseño de mezcla asfáltica 4,0% con adición de 0,5% de hidróxido de calcio

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100	100,0	82,6	70,6	60,8	49,3	16,5	9,0	3,2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					4,0			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					37,66			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					57,90			
4	% hidróxido de calcio					0,48			
5	Peso Específico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1,018			
6	Peso Específico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc					2,583			
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2,528			
8	Peso Específico del Hidróxido de calcio (Aparente) gr/cc					2,100			
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2,627			
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2,610			
11	Altura promedio de la briketa cm								
12	Peso de la briketa al aire (gr)				1212,0	1212,0	1212,0		
13	Peso de la briketa al agua por 60' (gr)				1214,0	1214,0	1214,0		
14	Peso de la briketa desplazada (gr)				670,0	671,0	672,0		
15	Volumen de la briketa por desplazamiento (cc)				544,0	543,0	542,0		
16	Peso específico Bulk de la Briketa				2,228	2,232	2,236	2,232	
17	Peso Específico Máximo - Rice					2,429			
18	% de Vacíos				8,3	8,1	7,9	8,1	
19	Peso Específico Bulk Agregado Total = (2,547	2,687		
20	Peso Específico Efectivo Agregado total					2,576	2,754		
21	Asfalto Absorbido por el Agregado = (10					0,46	2,614		
22	% de Asfalto Efectivo					3,52			
23	Relación Polvo/Asfalto					1,10			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				16,0	15,8	15,7	15,8	14
25	% Vacíos llenos con C.A.				48,2	48,8	49,4	48,8	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				12,0	13,0	14,0	13,0	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1600	1604	1596		
28	Factor de estabilidad				0,93	0,93	0,93		
29	Estabilidad Corregida				1488	1492	1484	1488	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				4960	4590	4241	4597	1700

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Conforme a la Tabla 61 se puede observar los cálculos realizados en base al porcentaje de cemento asfáltico, agregado de la arena, peso específico de la grava, porcentaje de hidróxido de calcio que se utilizó que fue de 0,5% con el 4,0% de cemento asfáltico y el peso específico que presenta en base a las especificaciones técnicas del producto.

Tabla 62. Diseño de mezcla asfáltica 4,5% con adición de 0,5% de hidróxido de calcio

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
% PASA MATERIAL	100	100,0	82,6	70,6	60,8	49,3	16,5	9,0	3,2	
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8	
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla						4,5			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla						37,46			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla						57,60			
4	% hidróxido de calcio						0,48			
5	Peso Específico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc						1,018			
6	Peso Específico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc						2,583			
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc						2,528			
8	Peso Específico del Hidróxido de calcio (Aparente) gr/cc						2,100			
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc						2,627			
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc						2,610			
11	Altura promedio de la briqueta cm						0,000			
12	Peso de la briqueta al aire (gr)					1212,0	1213,0	1210,0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)					1213,0	1214,0	1211,0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)					677,0	673,0	674,0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)					536,0	541,0	537,0		
16	Peso específico Bulk de la Briqueta					2,261	2,242	2,253	2,252	
17	Peso Específico Máximo - Rice						2,416			
18	% de Vacíos					6,4	7,2	6,7	6,8	
19	Peso Específico Bulk Agregado Total						2,547		0	
20	Peso Específico Efectivo Agregado total =						2,581			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado						0,53		0	
22	% de Asfalto Efectivo						3,96			
23	Relación Filler/Betun						1,24		0.6 - 1.3	
24	V.M.A.					15,2	15,9	15,5	15,5	14
25	% Vacíos llenos con C.A.					57,9	54,8	56,6	56,4	0
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)					14,0	13,0	14,0	13,7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)					1759	1556	1744		0
28	Factor de estabilidad					0,93	0,93	0,93		
29	Estabilidad Corregida					1636	1447	1622	1568	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo (4674	4453	4634	4587	1700

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Conforme a la Tabla 62 se puede observar los cálculos realizados en base al porcentaje de cemento asfáltico, agregado de la arena, peso específico de la grava, porcentaje de hidróxido de calcio que se utilizó que fue de 0,5% con 4,5% de cemento asfáltico y el peso específico que presenta en base a las especificaciones técnicas del producto.

Tabla 63. Diseño de mezcla asfáltica 5,0% con adición de 0,5% de hidróxido de calcio

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100	100,0	82,6	70,6	60,8	49,3	16,5	9,0	3,2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	Promedio	Especif.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5,0			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					37,27			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					57,30			
4	% hidróxido de calcio					0,48			
5	Peso Específico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1,018			
6	Peso Específico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc					2,583			
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2,528			
8	Peso Específico del Hidróxido de calcio (Aparente) gr/cc					2,100			
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2,627			
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2,610			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1210,0	1212,0	1209,0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60'(gr)				1210,0	1212,0	1209,0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				679,0	679,0	679,0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)				531,0	533,0	530,0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta				2,279	2,274	2,281	2,278	
17	Peso Especifico Maximo - Rice					2,400			
18	% de Vacios				5,0	5,2	4,9	5,1	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2,547			0,00
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2,583			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0,56			0,00
22	% de Asfalto Efectivo					4,43			
23	Relacion Filler/Betun					1,39			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				15,0	15,1	14,9	15,0	14
25	% Vacios llenos con C.A. =				66,3	65,4	66,8	66,2	0,00
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				14,0	14,0	15,0	14,3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1837	1839	1828		
28	Factor de estabilidad				0,96	0,96	0,96		
29	Estabilidad Corregida				1764	1765	1755	1761	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				5039	5044	4680	4921	1700

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Conforme a la Tabla 63 se puede observar los cálculos realizados en base al porcentaje de cemento asfáltico, agregado de la arena, peso específico de la grava, porcentaje de hidróxido de calcio que se utilizó que fue de 0,5% con el 5,0% de cemento asfáltico y el peso específico que presenta en base a las especificaciones técnicas del producto.

Tabla 64. Diseño de mezcla asfáltica 5,5% con adición de 0,5% de hidróxido de calcio

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100	100,0	82,6	70,6	60,8	49,3	16,5	9,0	3,2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	Promedio	Especif.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5,5			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					37,07			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					56,99			
4	% hidróxido de calcio					0,47			
5	Peso Específico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1,018			
6	Peso Específico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc					2,583			
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2,528			
8	Peso Específico del Hidróxido de calcio (Aparente) gr/cc					2,100			
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2,627			
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2,610			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1214,0	1213,0	1211,0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60'(gr)				1214,0	1213,0	1211,0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				680,0	680,0	679,0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)				534,0	533,0	532,0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta				2,273	2,276	2,276	2,275	
17	Peso Especifico Maximo - Rice					2,379			
18	% de Vacios				4,4	4,3	4,3	4,4	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total =					2,547			0,00
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2,578			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0,49			0,00
22	% de Asfalto Efectivo					5,00			
23	Relacion Filler/Betun					1,57			0.6 - 1.3
24	V.M.A. =				15,6	15,5	15,5	15,5	14
25	% Vacios llenos con C.A.				71,6	72,1	72,2	71,9	0,00
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				15,0	14,0	15,0	14,7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1801	1809	1792		
28	Factor de estabilidad				0,96	0,96	0,96		
29	Estabilidad Corregida				1729	1737	1721	1729	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				4611	4962	4588	4720	1700

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Conforme a la Tabla 64 se puede observar los cálculos realizados en base al porcentaje de cemento asfáltico, agregado de la arena, peso específico de la grava, porcentaje de hidróxido de calcio que se utilizó que fue de 0,5% con la adición de 5,5% de cemento asfáltico y el peso específico que presenta en base a las especificaciones técnicas del producto.

Tabla 65. Ensayo de gravedad específica(rice)

Porcentaje de Cemento Asfáltico	4,00	4,50	5,00	5,50
Peso del frasco	3317,0	3317,0	3317,0	3317,0
Peso del frasco + agua+ vidrio	8067,0	8067,0	8067,0	8067,0
Diferencia del peso	7568,0	7564,0	7559,0	7555,0
Peso del frasco + muestra + agua	8780,0	8779,0	8778,0	8773,0
Peso neto de la muestra	1212,0	1215,0	1219,0	1218,0
Agua desplazada	499,0	503,0	508,0	512,0
Peso específico máximo de la muestra	2,429	2,416	2,400	2,379

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Tabla 65 se visualiza el ensayo Rice es para poder saber el número de vacíos que presenta y el peso específico de la muestra máxima mediante los porcentajes de cemento asfáltico hallado anteriormente. Por ello, se obtuvo 4 muestras de porcentaje de cemento asfáltico donde se obtuvo de la siguiente manera:

Peso específico máximo de la muestra del porcentaje de cemento asfáltico teórico = peso de la muestra / agua desplazada = $1215/503 = 2,416$

Realizándose de la misma manera las a los demás porcentajes de cemento asfáltico.

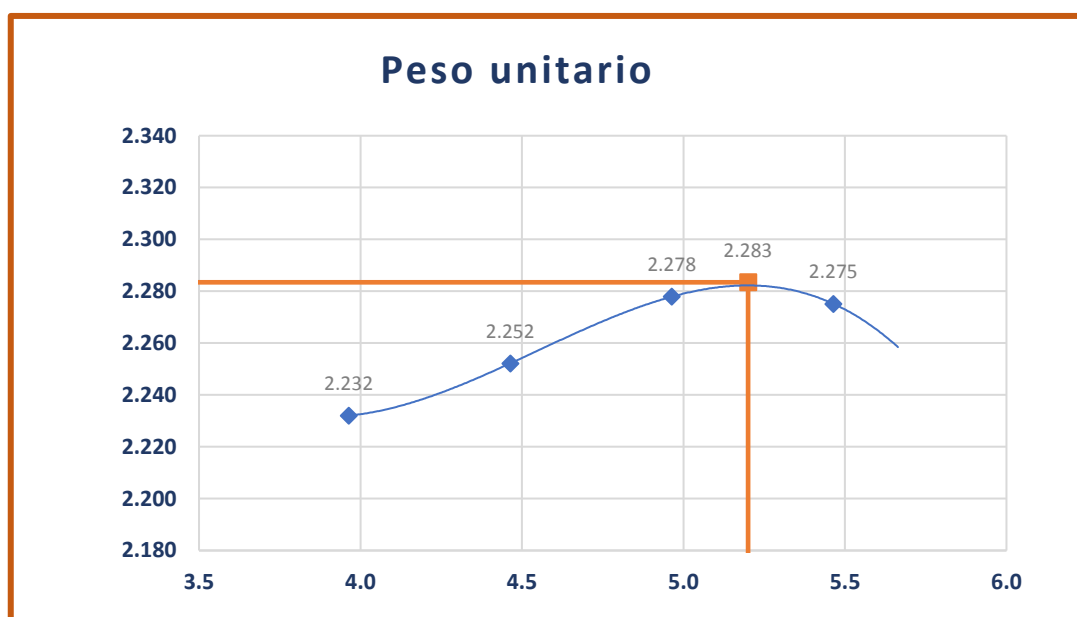


Figura 13. Peso unitario

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Mediante la Figura 13 se entiende el peso unitario mayor a comparación de los anteriores porcentajes de cemento asfáltico es de 5,2% dando como resultado 2,283.

Lo cual, se usará como porcentaje óptimo para la realización del Diseño Marshall.

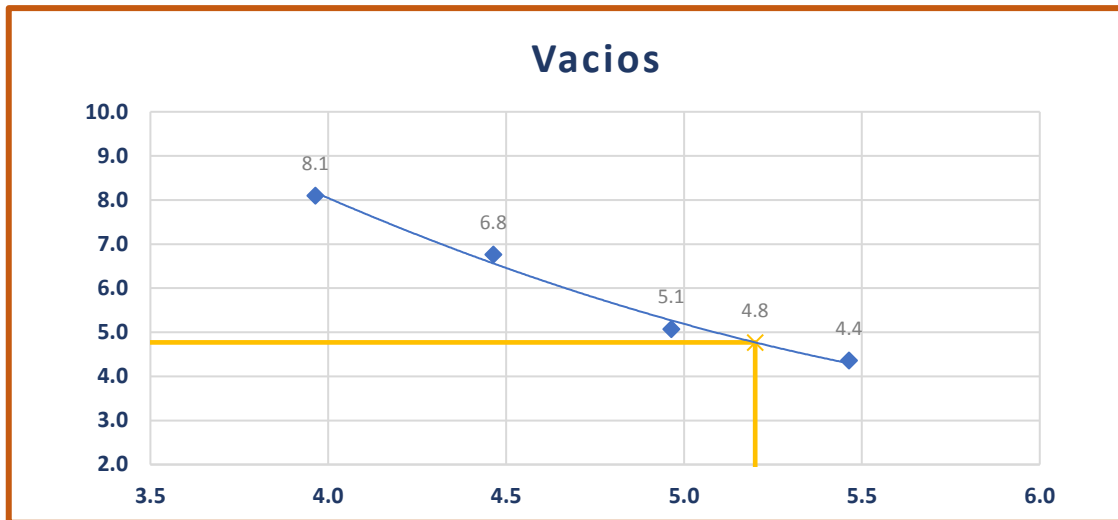


Figura 14. Numero de vacíos

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Figura 14 se puede observar la intersección del cemento asfáltico de 5,2% que se utilizara en el diseño Marshall presenta en el ensayo Rice 4,8 hallado de la siguiente manera:

$$\text{Vacíos } 5,2\% \text{ de asfalto} = 0,6317 * 5,2^2 - 8,5391 * 5,2 + 32,092 = 4,8.$$

De lo cuales, los demás porcentajes de asfalto fueron calculados de la misma forma.

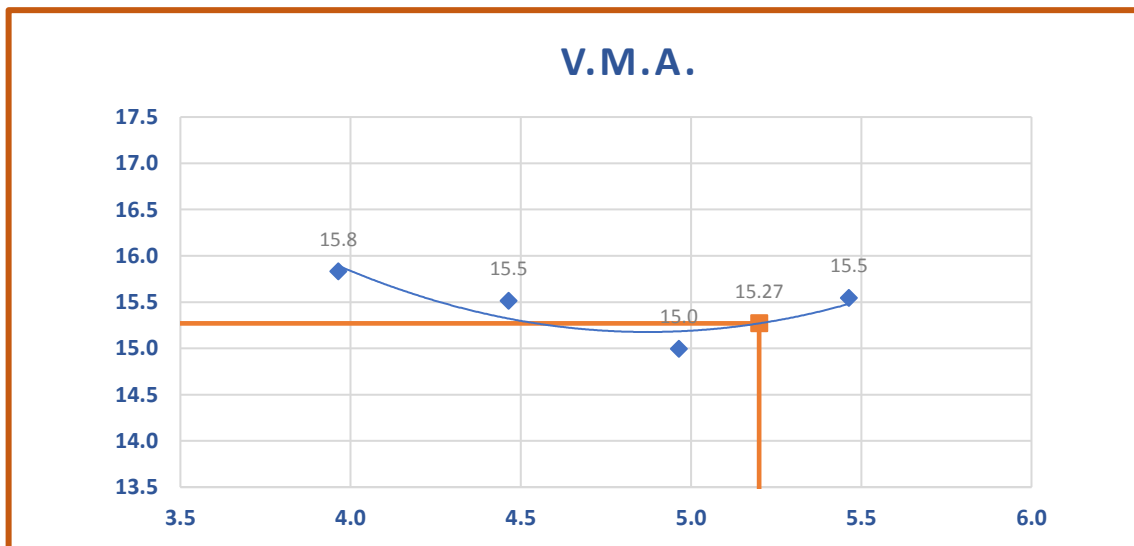


Figura 15. Vacíos del agregado mineral

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Figura 15 se visualiza el 5,2% de cemento asfáltico cuenta con un 15,3 de V.M.A. calculado de la siguiente manera:

$$\text{V.M.A. } 5,2\% = 0,867 * 5,2^2 - 8,4494 * 5,2 + 35,763 = 15,3$$

Por lo tanto, los demás porcentajes de asfalto fueron calculados de la misma forma.

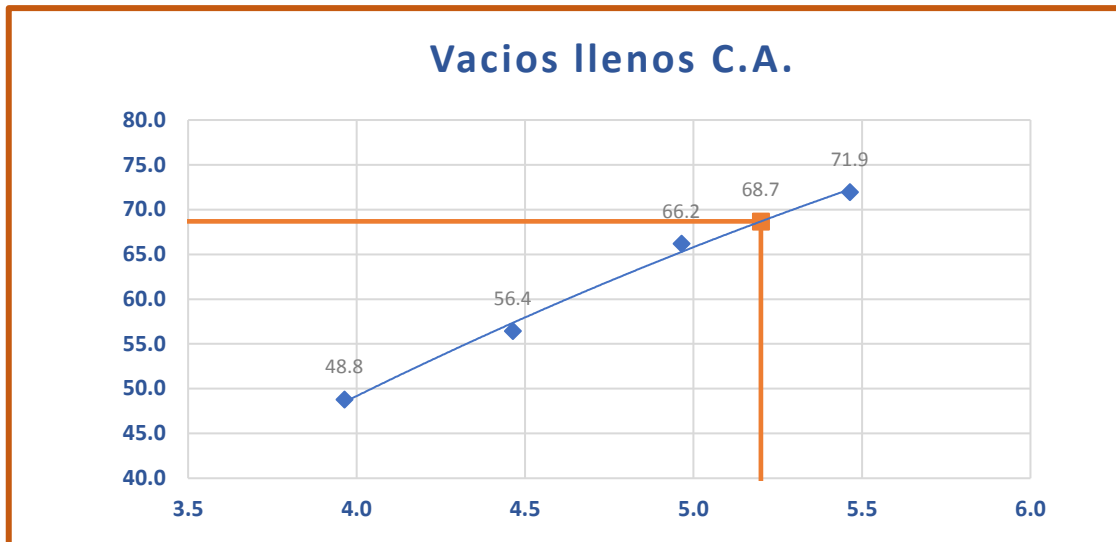


Figura 16. Vacíos llenos de cemento asfáltico

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: De acuerdo a la Figura 16 se concluye en el 5,2% de cemento asfáltico de diseño dio como resultado 68,7 hallado de la siguiente forma:

$$V.LL.C.A. 5,2\% = 1,8617 * 5,2^2 - 33,381 * 5,2 - 54,559 = 68,7$$

Por ende, los demás porcentajes de asfalto fueron calculados de la misma forma.

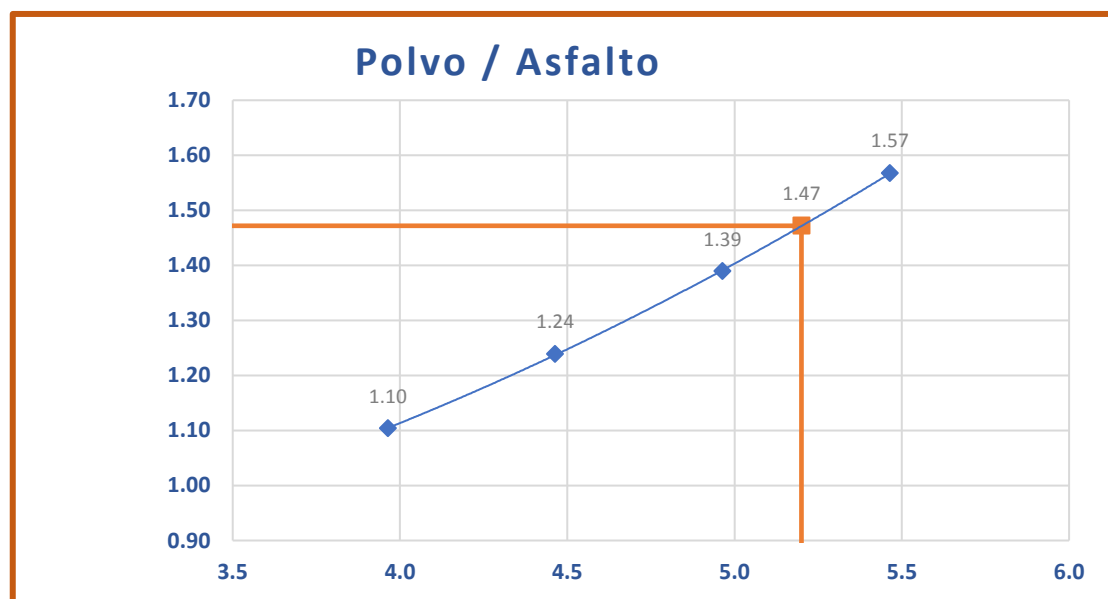


Figura 17. Polvo vs asfalto

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base la Figura 17 se observa en el 5,2% de cemento asfáltico de diseño tiene como valor 1,47 de polvo / asfalto hallado de esta forma:

$$\text{Polvo/asfalto } 5,2\% = 0,0431 * 5,2^2 - 0,098 * 5,2 + 0,8161 = 1,47$$

Y los demás resultados fueron hallados de la misma manera.

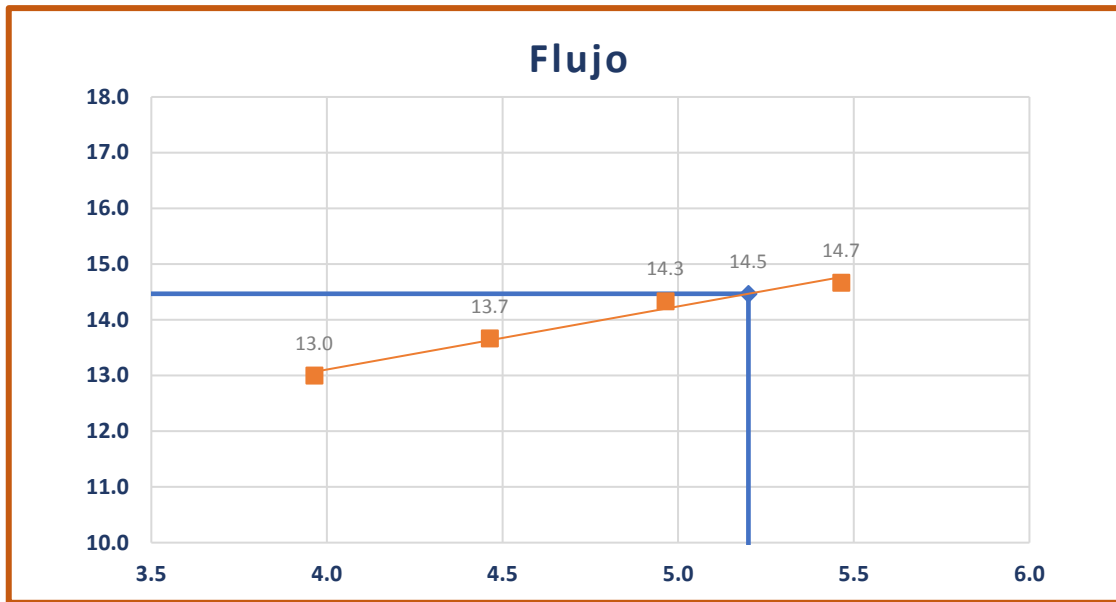


Figura 18. Flujo

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Mediante la Figura 18 se concluye la intersección de 5,2% de cemento asfáltico de diseño tuvo un valor de 14,5 de flujo que fue hallado:

$$\text{Flujo } 5,2\% = 1,1333 \cdot 5,2 + 8,5741 = 14,5$$

Y los demás porcentajes de cemento asfáltico calculados de la siguiente manera.

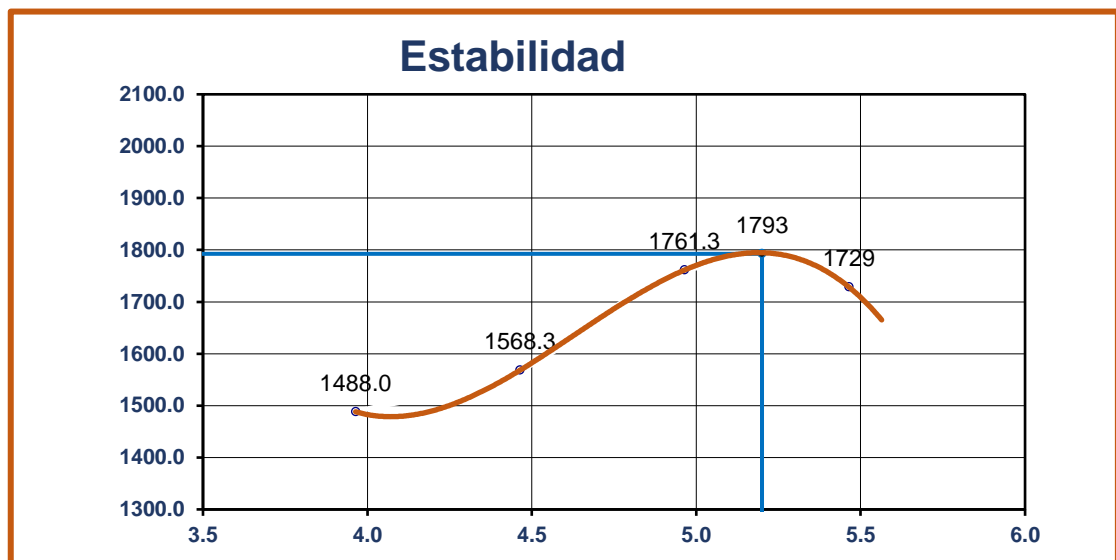


Figura 19. Estabilidad

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Mediante la Figura 19 se observa la estabilidad del cemento asfáltico de diseño que es de 5,2% tuvo un valor de 1793 hallado de esta forma:

Estabilidad 5,2% = $-450,94 \cdot 5,2^3 + 6264,4 \cdot 5,2^2 - 28585 \cdot 5,2 + 44451 = 1793$ cumpliendo con el Manual de carreteras de mínimo de 1700.

Tabla 66. Características con 5,2% de cemento asfáltico

Característica Marshall			Especificaciones
Golpes	75	75	75
% C.a.	5,0	5,2	5,4
P.u. briqueta	2,280	2,283	2,280
Vacios	5,2	4,8	4,4
V.m.a.	15,2	15,3	15,4
V.l. a	65,8	68,7	71,4
Polvo / asf.	1,40	1,47	1,54
Flujo	14,2	14,5	14,7
Estabilidad	1769	1793	1755
			8,15 kN.

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Tabla 66 se puede observar el resumen de las características que presenta el cemento asfáltico óptimo que es 5,2% de diseño la cual se visualiza que cumple con las especificaciones del Manual de Carreteras sin olvidar que para la realización se dieron 75 golpes en las briquetas en ambas caras.

Tabla 67. Estabilidad / Flujo de 5,2% de cemento asfáltico

Porcentaje de cemento asfáltico óptimo			
Estabilidad/ Flujo	4956	1700	Especificaciones

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: De acuerdo a la Tabla 67 se concluye la estabilidad vs flujo del cemento asfáltico de diseño que es 5,2% es de $4956 \geq 1700$ cumpliendo con las especificaciones.

Hallado de la siguiente forma:

$$\text{Estabilidad/Flujo de 5,2\%} = \frac{1793}{\left(\frac{14,5 \cdot 0,25}{10}\right)} = 4956$$

Tabla 68. Índice de Compactibilidad

N.º de Muestras	01	02	03	04
N.º de Golpes Marshall	50	50	5	5
Peso Briqueta al Aire	1253,0	1255,1	1256,6	1254,9
Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca	1259,9	1260,2	1269,5	1269,6
Peso por Desplazamiento	719,4	722,9	684,5	682,9
Volumen de la Briqueta	540,5	537,3	585,0	586,8
Peso Unitario (Gr./cc)	2,318	2,336	2,148	2,139
PROMEDIOS	2,327		2,143	

Fuente: Elaboración propia.

Interpretamos: Mediante la Tabla 68 se observa la realización de 4 muestras donde dos se dieron 50 golpes y las otras dos muestras se dieron 5 golpes, luego se pesaron las briquetas de cada muestra, también el peso de la briketa con superficie seca y el peso por desplazamiento.

Para el cálculo del volumen de la briketa se realizó mediante la diferencia (peso de la briketa con superficie saturada – peso por desplazamiento) obteniendo como resultado de la 1 muestra de 540,5, de la 2 muestra 537,3, de la 3 muestra fue de 585 y de la 4 muestra fue de 586,8.

El peso unitario de cada una fue (peso de la briketa al aire / volumen de la briketa) obteniendo como resultado de 2,318 gr/cc, 2,336 gr/cc, 2,148 gr/cc y 2,139 gr/cc respectivamente.

Se obtuvo como promedio de las muestras de 50 goles de 2,327 y las muestras de 5 golpes de 2,143.

Por lo cual, el Índice de compactibilidad es: $\frac{1}{(2,327-2,143)} = 5,44$

Tabla 69. Características del 5,2% de cemento asfáltico óptimo

Parámetros de diseño		- 0.2 %	% Óptimo	+0.2%	Especificación EG 2013
Golpes	N°		75,0		75
Cemento asfáltico	%	5,0	5,2	5,4	
Peso unitario	kg/m ³	2,280	2,283	2,280	
Vacios	%	5,2	4,8	4,4	3 - 5
V.m.a.	%	15,2	15,3	15,4	
V. ll. c. a.	%	65,8	68,7	71,4	
Polvo / asfalto	%	1,4	1,5	1,5	0.6
Flujo	mm	14,2	14,5	14,7	8
Estabilidad	kN	17,7	17,9	17,6	8,15
Estabilidad/ flujo	kg/cm	4967,5	4956,3	4777,7	1700
Resistencia a la compresión	Mpa		2,5		2,1
Resistencia retenida	%		76		75
Resistencia conservada	%		79		

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Tabla 69 se observa las características que presentan el cemento asfáltico de 5,2% óptimo para el diseño de Método Marshall y cuáles fueron los valores calculados con la adición y disminución de 0,2% del diseño optimo que es 5,0%, 5,2% y 5,4%.

Cuya resistencia a la comprensión, resistencia retenida y resistencia conservada cumplen con los parámetros establecidos en las Especificaciones en el Manual de Carreteras basados en la mezcla asfáltica óptima de diseño de 5,2%.

Tabla 70. *Diseño de mezcla asfáltica 5,2% con adición de 1% de hidróxido de calcio*

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100,0	100,0	82,6	70,6	60,8	49,3	16,5	9,0	3,2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5,20			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					37,17			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					56,68			
4	% hidróxido de calcio					0,95			
5	Peso Específico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1,018			
6	Peso Específico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc					2,583			
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2,528			
8	Peso Específico del Hidróxido de calcio (Aparente) gr/cc					2,100			
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2,627			
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2,610			
11	Altura promedio de la briqueeta cm								
12	Peso de la briqueeta al aire (gr)				1212,0	1202,0	1206,0		
13	Peso de la briqueeta al agua por 60´(gr)				1212,0	1202,0	1206,0		
14	Peso de la briqueeta desplazada (gr)				681,0	676,0	679,0		
15	Volumen de la briqueeta por desplazamiento (cc)				531,0	526,0	527,0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueeta				2,282	2,285	2,288	2,285	
17	Peso Especifico Maximo - Rice					2,400			
18	% de Vacios				4,9	4,8	4,7	4,8	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2,544			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2,594			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0,76			
22	% de Asfalto Efectivo					4,48			
23	Relacion Filler/Betun					1,40			0.6
24	V.M.A.				14,9	14,8	14,7	14,8	14
25	% Vacios llenos con C.A.				67,1	67,7	68,3	67,7	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				14,0	14,0	13,0	13,7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1958	1978	1964		
28	Factor de estabilidad				0,96	0,96	0,96		
29	Estabilidad Corregida				1880	1899	1885	1888	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				5371	5425	5801	5532	1700

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Conforme a la Tabla 70 se puede observar los cálculos realizados en base al porcentaje de cemento asfáltico, agregado de la arena, peso específico de la grava, porcentaje

de hidróxido de calcio que se utilizó que fue de 1% con la adición de 5,2% de cemento asfáltico y el peso específico que presenta en base a las especificaciones técnicas del producto.

Tabla 71. Diseño de mezcla asfáltica 5,2% con adición de 1,5% de hidróxido de calcio

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100,0	100,0	82,6	70,6	60,8	49,3	16,5	9,0	3,2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5,20			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					37,17			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					56,21			
4	% hidróxido de calcio					1,42			
5	Peso Específico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1,018			
6	Peso Específico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc					2,583			
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2,528			
8	Peso Específico del Hidróxido de calcio (Aparente) gr/cc					2,100			
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2,627			
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2,610			
11	Altura promedio de la briqueeta cm								
12	Peso de la briqueeta al aire (gr)				1213,0	1210,0	1208,0		
13	Peso de la briqueeta al agua por 60´ (gr)				1213,0	1210,0	1208,0		
14	Peso de la briqueeta desplazada (gr)				682,0	680,0	681,0		
15	Volumen de la briqueeta por desplazamiento (cc)				531,0	530,0	527,0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueeta				2,284	2,283	2,292	2,287	
17	Peso Específico Maximo - Rice					2,388			
18	% de Vacios				4,3	4,4	4,0	4,2	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2,541			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2,578			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0,57			
22	% de Asfalto Efectivo					4,66			
23	Relacion Filler/Betun					1,46			0.6
24	V.M.A.				14,8	14,8	14,5	14,7	14
25	% Vacios llenos con C.A.				70,7	70,4	72,4	71,2	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				13,0	13,0	13,0	13,0	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1535	1502	1522		
28	Factor de estabilidad				0,96	0,96	0,96		
29	Estabilidad Corregida				1474	1442	1461	1459	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				4534	4437	4496	4489	1700

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Conforme a la Tabla 71 se puede observar los cálculos realizados en base al porcentaje de cemento asfáltico, agregado de la arena, peso específico de la grava, porcentaje

de hidróxido de calcio que se utilizó que fue de 1,5% con la adición de 5,2% de cemento asfáltico y el peso específico que presenta en base a las especificaciones técnicas del producto.

Tabla 72. Diseño de mezcla asfáltica 5,2% con adición de 2% de hidróxido de calcio

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100,0	100,0	82,6	70,6	60,8	49,3	16,5	9,0	3,2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5,20			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					37,17			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					55,73			
4	% hidróxido de calcio					1,90			
5	Peso Específico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1,018			
6	Peso Específico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc					2,583			
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2,528			
8	Peso Específico del Hidróxido de calcio (Aparente) gr/cc					2,100			
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2,627			
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2,610			
11	Altura promedio de la briqueeta cm								
12	Peso de la briqueeta al aire (gr)				1207,0	1206,0	1209,0		
13	Peso de la briqueeta al agua por 60´(gr)				1207,0	1206,0	1209,0		
14	Peso de la briqueeta desplazada (gr)				677,0	678,0	679,0		
15	Volumen de la briqueeta por desplazamiento (cc)				530,0	528,0	530,0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueeta				2,277	2,284	2,281	2,281	
17	Peso Especifico Maximo - Rice					2,373			
18	% de Vacios				4,0	3,7	3,9	3,9	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2,539			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2,559			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0,32			
22	% de Asfalto Efectivo					4,90			
23	Relacion Filler/Betun					1,53			0.6
24	V.M.A.				15,0	14,7	14,8	14,8	14
25	% Vacios llenos con C.A.				73,2	74,7	74,0	74,0	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				12,0	12,0	13,0	12,3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1117	1132	1142		
28	Factor de estabilidad				0,96	0,96	0,96		
29	Estabilidad Corregida				1072	1087	1096	1085	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				3574	3622	3373	3523	1700

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Conforme a la Tabla 72 se puede observar los cálculos realizados en base al porcentaje de cemento asfáltico, agregado de la arena, peso específico de la grava, porcentaje

de hidróxido de calcio que se utilizó que fue de 2% con la adición de 5,2% de cemento asfáltico y el peso específico que presenta en base a las especificaciones técnicas del producto.

Tabla 73. Gravedad específica - Rice

Muestra N.º	01	02	03
Peso del frasco	6047,0	6047,0	6047,0
Peso del frasco + agua+ vidrio	8190,0	8190,0	8190,0
Diferencia del peso	7688,0	7682,0	7680,0
Peso del frasco + muestra + agua	8893,0	8895,0	8890,0
Peso neto de la muestra	1205,0	1213,0	1210,0
Agua desplazada	502,0	508,0	510,0
Peso específico máximo de la muestra	2,400	2,388	2,373

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Tabla 73 se puede visualizar que el ensayo Rice es para poder saber el número de vacíos que presenta y el peso específico de la muestra máxima mediante los porcentajes de cemento asfáltico hallado anteriormente.

Por ello, se obtuvo 3 muestras de porcentaje de hidróxido de calcio donde se obtuvo de la siguiente manera:

Peso específico máximo de la muestra de 5,2% cemento asfáltico con adición de 1% de hidróxido de calcio = peso de la muestra / agua desplazada = $1205/502 = 2,400$

Peso específico máximo de la muestra de 5,2% cemento asfáltico con adición de 1,5% de hidróxido de calcio = peso de la muestra / agua desplazada = $1213/508 = 2,388$

Peso específico máximo de la muestra de 5,2% cemento asfáltico con adición de 2% de hidróxido de calcio = peso de la muestra / agua desplazada = $1210/510 = 2,373$

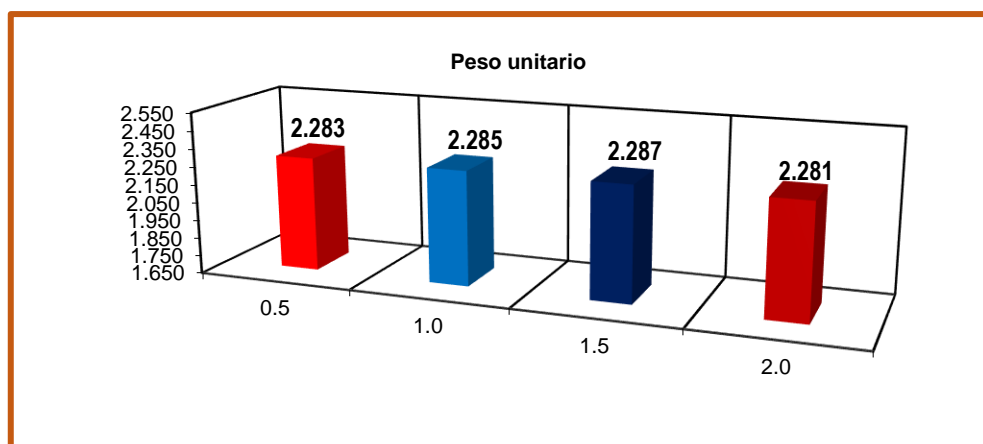


Figura 20. Peso Unitario

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Mediante la Figura 20 se puede entender que el peso unitario mayor a comparación de los anteriores porcentajes de cemento asfáltico es de 1% de hidróxido de calcio dando como resultado 2,285.

Lo cual, se usará como porcentaje óptimo de hidróxido de calcio en el Diseño Marshall.

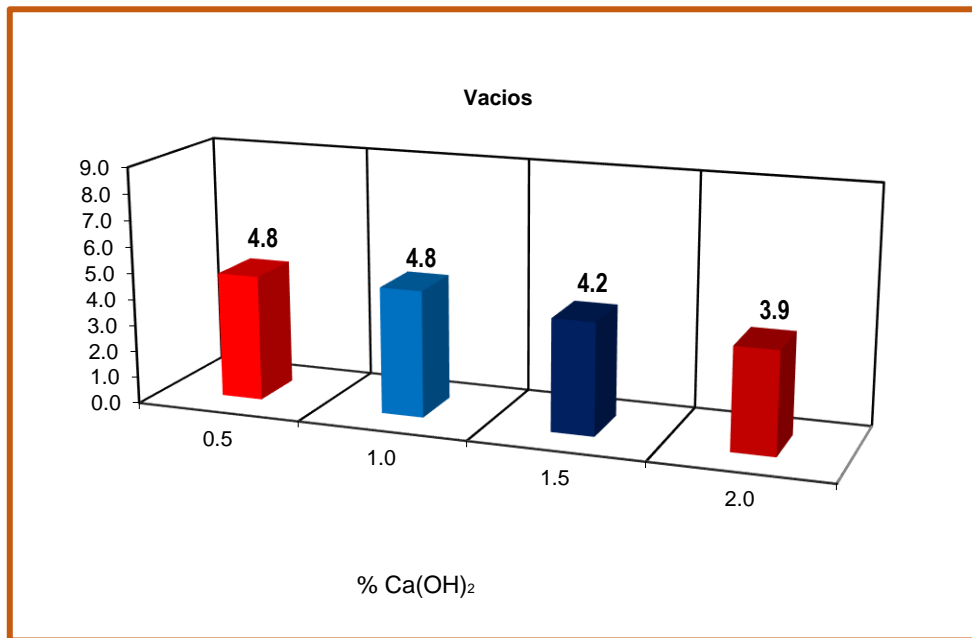


Figura 21. Número de vacíos

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Figura 21 se puede observar que el 0,5% de hidróxido de calcio y 1% de hidróxido de calcio que se utilizó en el diseño Marshall presenta en el ensayo Rice 4,8.

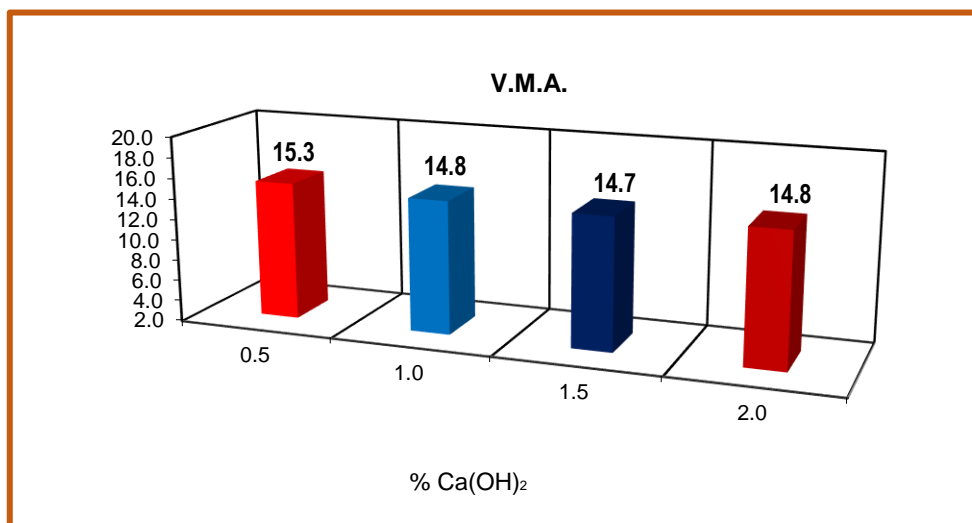


Figura 22. Vacíos del agregado mineral

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Figura 22 se puede visualizar que en el 0,5% de hidróxido de calcio cuenta con un 15,3 de V.M.A. lo cual, cumple con las especificaciones de Manual de Carreteras y la adición de 1% de hidróxido de calcio influye en el V.M.A.

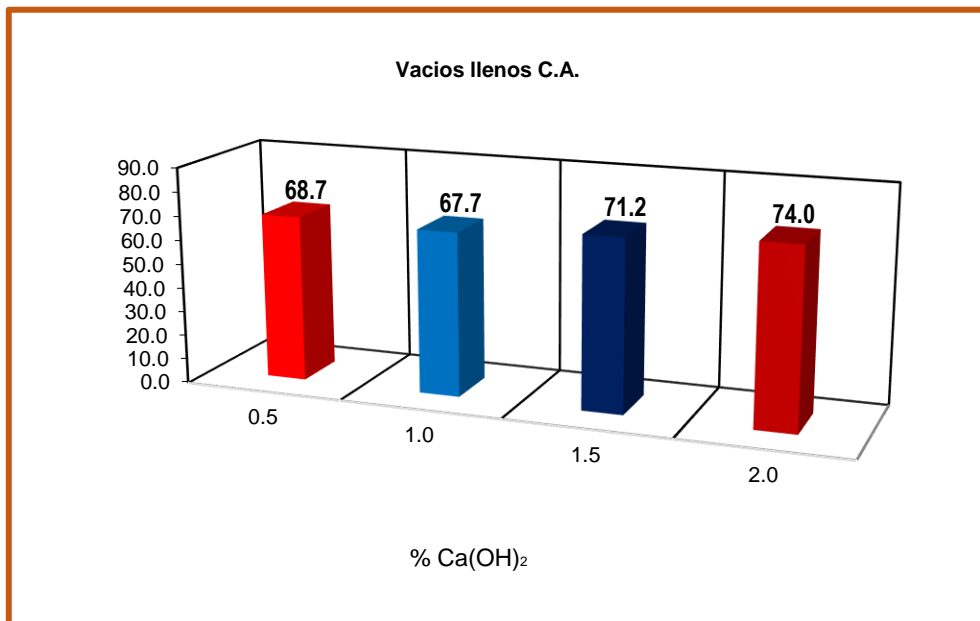


Figura 23. Vacíos llenos de cemento asfáltico

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: De acuerdo a la Figura 23 se puede concluir que en el 2% de hidróxido de calcio cuenta con mayores vacíos llenos de cemento a comparación de 0.5% de hidróxido de calcio no cuenta con mayor número de llenos de cemento asfáltico.

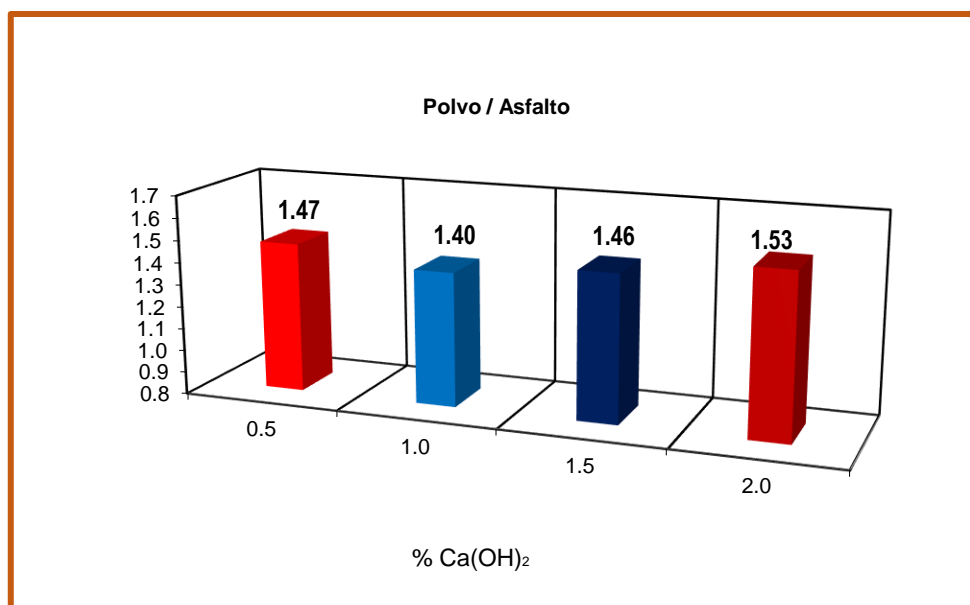


Figura 24. Polvo vs Asfalto

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Figura 24 se puede observar que en el 0,5%, 1%, 1,5% y 2% de hidróxido de calcio influyen en la relación de polvo vs asfalto ya que cumplen de acuerdo a los parámetros del Manual de Carreteras especificados.

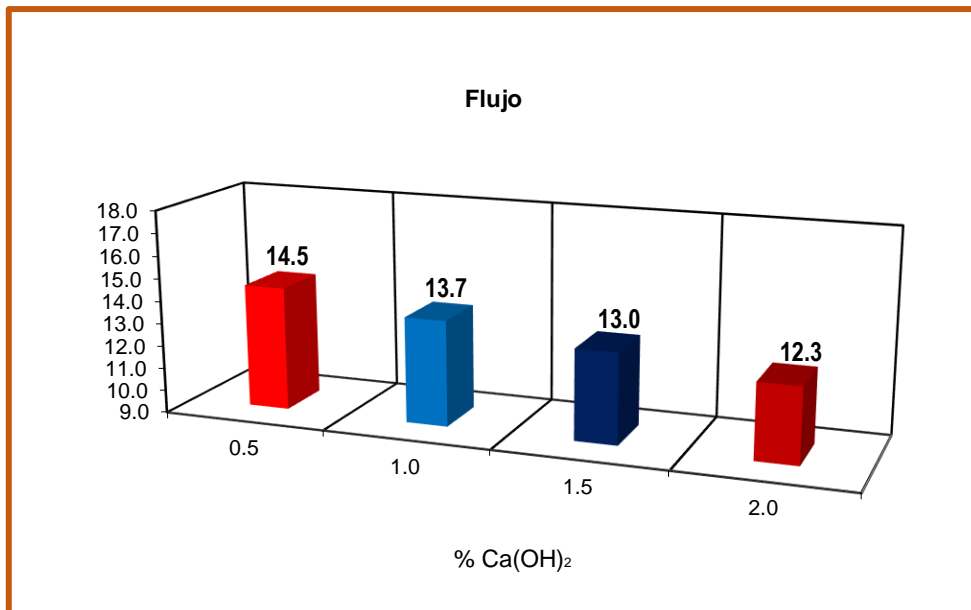


Figura 25. Flujo

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Mediante la Figura 25 se puede concluir que con la adición de 15 de hidróxido de calcio y el añadir el 1,5% de hidróxido de calcio y 2% de hidróxido de calcio influyen en un mejor flujo ya que debe cumplir con un máximo de 14 y mínimo de 8 de flujo.

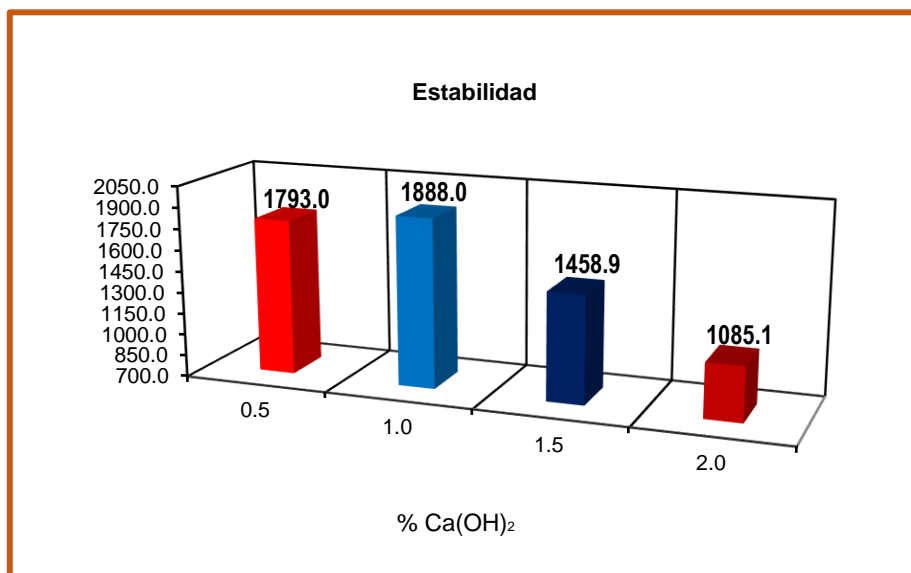


Figura 26. Estabilidad

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Mediante la Figura 26 se puede observar que la estabilidad que influye o predomina es con la adición de 1% de hidróxido de calcio es de 1888,0 aunque las demás dosificaciones también influyen en mejorar la estabilidad ya que cumplen con un mínimo de 1700 de flujo mencionado en las especificaciones menos la adición de 2% de hidróxido de calcio que es menor a lo requerido.

Tabla 74. Parámetros de diseño con dosificaciones de hidróxido de calcio

Parámetros de diseño						Especificación EG 2013
Hidróxido de calcio	%	0,5	1,0	1,5	2,0	
Cemento asfáltico	%	5,2	5,2	5,2	5,2	
Peso unitario	kg/m ³	2,283	2,285	2,287	2,281	
Vacios	%	4,8	4,8	4,2	3,9	3 - 5
V.m.a.	%	15,4	14,8	14,7	14,8	14
V. L.l.c.a.	%	68,7	67,7	71,2	74,0	
Polvo / asfalto	%	1,48	1,40	1,46	1,53	0.6 - 1.3
Flujo	mm	14,5	13,7	13,0	12,3	8 - 14
Estabilidad	kN	17,93	18,88	14,59	10,85	8,15
Estabilidad/ flujo	kg/cm	4956,3	5525,9	4488,9	3519,3	1700 - 4000

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Tabla 74 se puede observar el resumen de las características que presenta el cemento asfáltico óptimo que es 5,2% de diseño la cual se visualiza que cumple con las especificaciones del Manual de Carreteras sin olvidar que para la realización se analizaron de 4 muestras de 3 probetas cada una con las diferentes dosificaciones de hidróxido de calcio mencionadas anteriormente.

Lo cual, predomina con mayor relevancia ante la resistencia y estabilidad vs flujo con 1% de hidróxido de calcio.

3.2.5 Influencia de la dosificación óptima en la resistencia al deslizamiento en el pavimento flexible

Tabla 75. Resultado de 1% de hidróxido de calcio en índice de plasticidad, adherencia y resistencia

Hidróxido de calcio	Índice de plasticidad	Adherencia		Resistencia
		Riedel Weber	Stripping	
1%	3.4%	Índice de adhesividad (4)	+95%	5525,9 kg/cm

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Tabla 75 se puede observar los resultados obtenidos en los ensayos realizados con la adición de 1% de hidróxido de calcio que corrobora acerca de la influencia para reducir la permeabilidad reduciendo hasta 3.4% en el índice de plasticidad, otorgando una adherencia de los agregados finos hasta llegar a un índice de adhesividad 4 donde no presenta desprendimiento total y otorgando una resistencia y estabilidad y estabilidad/flujo 5529,9 kg/cm cuyo mínimo es de 1700 kg/cm.

3.3 Contrastación de hipótesis

3.3.1 Contrastación de hipótesis: Influencia del hidróxido de calcio en el índice plástico en el pavimento flexible

Hipótesis alterna (Ha): El hidróxido de calcio influye en la mejora del índice plástico del pavimento flexible.

Hipótesis nula (Ho): El hidróxido de calcio no influye en la mejora del índice plástico del pavimento flexible.

En base a los resultados presentados otorga como conclusión que la influencia del hidróxido de calcio mejora en el índice plástico en el pavimento flexible. Por lo tanto, es aceptada la hipótesis alternativa y es rechazada la hipótesis nula.

Tabla 76. Resultados de Índice de Plasticidad

Hidróxido de calcio	Patrón	1%	1.5%	2%
Limite Liquido	26.2	25.9	26.4	26.9
Limite Plástico	22.3	22.5	22.6	22.7
Índice de Plasticidad	3.9	3.4	3.8	4.2

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Tabla 76 se puede concluir que al realizar los Límites de Atterberg dio como resultado en el índice de plasticidad que el diseño patrón cumple mínimamente con lo máximo que es 4% , pero también influye en la mejora del índice de plasticidad la adición de 1% de hidróxido de calcio ya que otorga un 3.4% de índice de plástico y al adicionar 1.5% influye en la mejora del índice de plasticidad del máximo de 4% ayudando al asfalto a evitar la expansión y evitar fisuras en el pavimento.

3.3.2 Contrastación de hipótesis: Influencia del hidróxido de calcio en la adherencia en el pavimento flexible

Hipótesis alterna (Ha): El hidróxido de calcio influye en la mejora de la adherencia del pavimento flexible.

Hipótesis nula (Ho): El hidróxido de calcio no influye en la mejora de la adherencia del pavimento flexible.

En base a los resultados presentados otorga como conclusión que la influencia del hidróxido de calcio mejora en la adherencia en el pavimento flexible. Por lo tanto, es aceptada la hipótesis alternativa y es rechazada la hipótesis nula.

Tabla 77. Resultados de adherencia de agregados finos

Riedel Weber – Adherencia de agregado fino				
Hidróxido de Calcio	Patrón	1%	1.5%	2%
Concentración (gr./lt. Na ₂ CO ₃)	M/16=6.625	M/32=3.312	M/64=1.656	M/256=0.414
Índice de Adhesividad	5	4	3	1

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: Mediante la Tabla 77 se puede concluir el ensayo con el diseño patrón y con las diversas dosificaciones desde 1%, 1.5% y 2% de hidróxido de calcio donde influye en una adecuada adherencia entre el agregado fino y la mezcla asfáltica es con el diseño patrón y con 1% de hidróxido de calcio la cual cumple con la en base al Manual de Carreteras y la Norma MTC E 220.

Por lo tanto, al añadir hasta 1% de hidróxido de calcio influye a tener una adecuada adherencia y a la vez resistencia a futuro del pavimento ante fallas o deterioros en las mezclas presentando de esta forma la cohesión de la estructura a largo plazo.

Tabla 78. Resultados de adherencia de agregados gruesos

Ensayo de Adherencia del agregado grueso - Stripping	
Adherencia	+95
Especificaciones	+95

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Tabla 78 se puede observar que el agregado grueso con la mezcla asfáltica cumple con una adecuada adherencia de manera de un resultado visual de +95% lo cual solo un 5% presenta un pequeño desprendimiento. En conclusión, si presenta una adecuada resistencia el agregado grueso y la mezcla asfáltica ante el impacto del agua en el asfalto.

3.3.3 Contrastación de hipótesis: Influencia del hidróxido de calcio en la resistencia en el pavimento flexible

Hipótesis alterna (Ha): El hidróxido de calcio influye en la mejora de la resistencia del pavimento flexible.

Hipótesis nula (Ho): El hidróxido de calcio no influye en la mejora de la resistencia del pavimento flexible.

En base a los resultados presentados otorga como conclusión que la influencia del hidróxido de calcio mejoro en la resistencia en el pavimento flexible. Por lo tanto, es aceptada la hipótesis alternativa y es rechazada la hipótesis nula.

Tabla 79. Resultados de Estabilidad y Flujo con el Hidróxido de calcio

Hidróxido de calcio		Muestra patrón	1%	1.5%	2%	Especificación EG 2013
Flujo	Mm	14,5	13,7	13,0	12,3	8 - 14
Estabilidad	KN	17,93	18,88	14,59	10,85	8,15
Estabilidad/flujo	Kg/cm	4956,3	5525,9	4488,9	3519,3	1700

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: De acuerdo a la Tabla 79 se puede concluir que tiene una mejor relación de estabilidad y flujo con la adición de 0.5% y 1% de hidróxido de calcio a comparación de 1.5% y 2% de hidróxido de calcio ya que cumple con los limites en base a las especificaciones.

Por lo cual, si influye en el cumplimiento como mínimo una resistencia de 1700, la cual en mediante los ensayos supero abarcando un 3519,3 y teniendo una resistencia mayor de 5525,9.

3.3.4 Contrastación de hipótesis: Influencia de la dosificación óptima en la resistencia al deslizamiento en el pavimento flexible

Hipótesis alterna (Ha): La dosificación óptima influye en la mejora de la resistencia al deslizamiento en el pavimento flexible

Hipótesis nula (Ho): La dosificación óptima no influye en la mejora de la resistencia al deslizamiento en el pavimento flexible

En base a los resultados presentados otorga como conclusión que la influencia del hidróxido de calcio mejoro en la adherencia en el pavimento flexible.

Por lo tanto, es aceptada la hipótesis alternativa y es rechazada la hipótesis nula.

Tabla 80. Resultados de ensayos con dosificaciones de hidróxido de calcio

Hidróxido de calcio	Índice de plasticidad	Adherencia		Resistencia
		Riedel Weber	Stripping	
Patrón	3.9%	Índice de adhesividad (5)	+95%	4956,3 kg/cm
1%	3.4%	Índice de adhesividad (4)		5525,9 kg/cm
1,5%	3.8%	Índice de adhesividad (3)		4488,9 kg/cm
2%	4.2%	Índice de adhesividad (1)		3519,3 kg/cm

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: De acuerdo a la Tabla 80 se puede visualizar un cuadro comparativo acerca de los ensayos realizados que son los Limites de Atterberg donde al agregar hidróxido de calcio 1% y 1,5% influye en la reducción del índice de plasticidad, Riedel Weber no presenta desprendimiento total con el diseño patrón y 1% de hidróxido de calcio en el índice de adhesividad 5 y 4 respectivamente, y en el Ensayo Marshall al realizar con el diseño patrón, 1% de hidróxido de calcio, 1,5% de hidróxido de calcio y 2% de hidróxido de calcio influyen en la resistencia , estabilidad, flujo y reducción de vacíos.

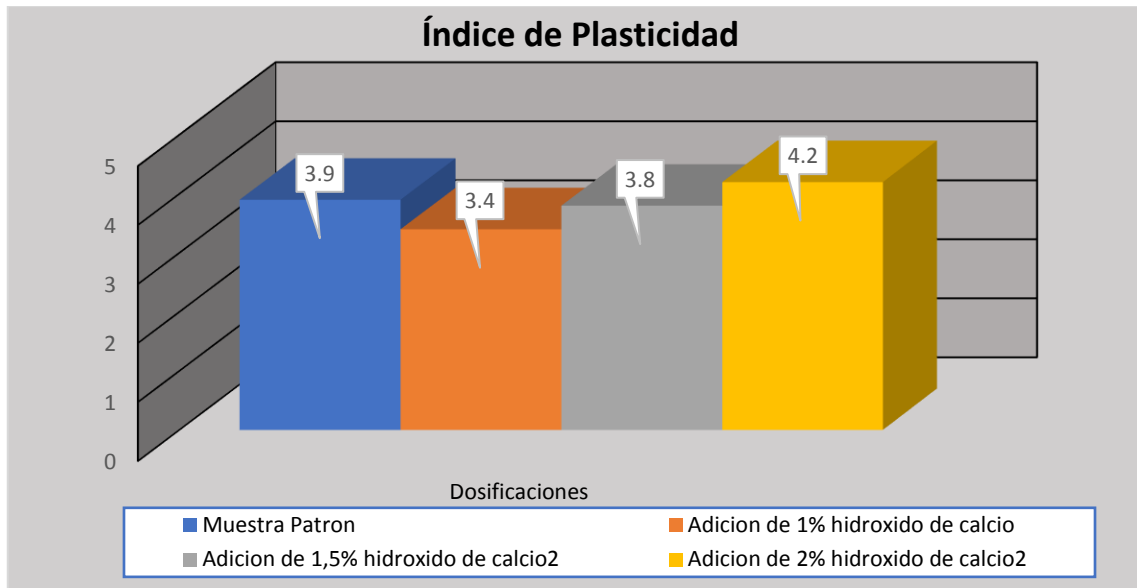


Figura 27. Resultado de Índice de plasticidad de acuerdo a las dosificaciones

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: En base a la Figura 27 se observa que al añadir el hidróxido de calcio de 1% y 1,5% ayuda a disminuir el índice de plasticidad a comparación del diseño patrón cuyo índice es de 3.9% reduciéndolo a 3,4% y 3,8% respectivamente, cumpliendo de esta forma si cumple con su característica de permeabilidad y ayudando en el futuro a los pavimentos que el agregado cumpla con una adecuada resistencia y compactibilidad.

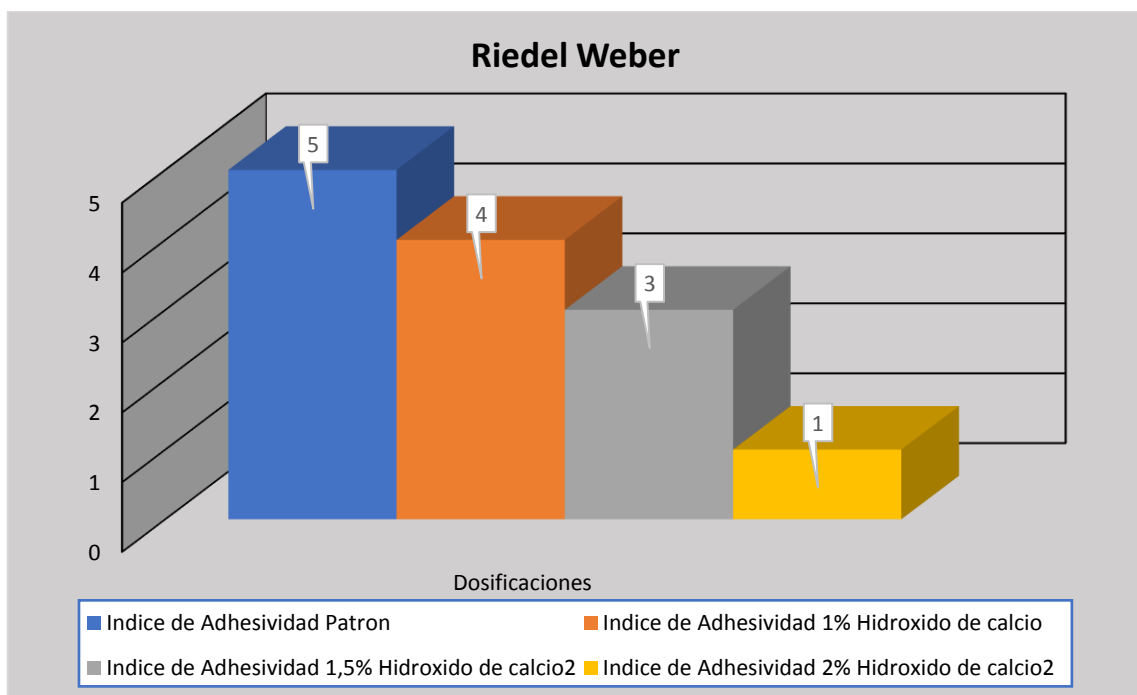


Figura 28. Resultado de Ensayo de Riedel Weber

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: De acuerdo a la Figura 28 se observa que el resultado en base al ensayo de Riedel Weber realizado con las diversas dosificaciones que son: el diseño patrón, 1%, 1,5% y 2% de hidróxido de calcio; influye en la adherencia en la muestra de agregado fino en base al diseño patrón y también al añadir el 1% de hidróxido de calcio ya que cumple en base a los requerimientos mencionados en la norma, donde hasta esas concentraciones no presenta desprendimiento total.

Por lo tanto, al añadir el hidróxido de calcio con la dosificación de 1% como aditivo otorga que en el futuro influya una adecuada adherencia de los agregados finos junto con el cemento asfáltico.

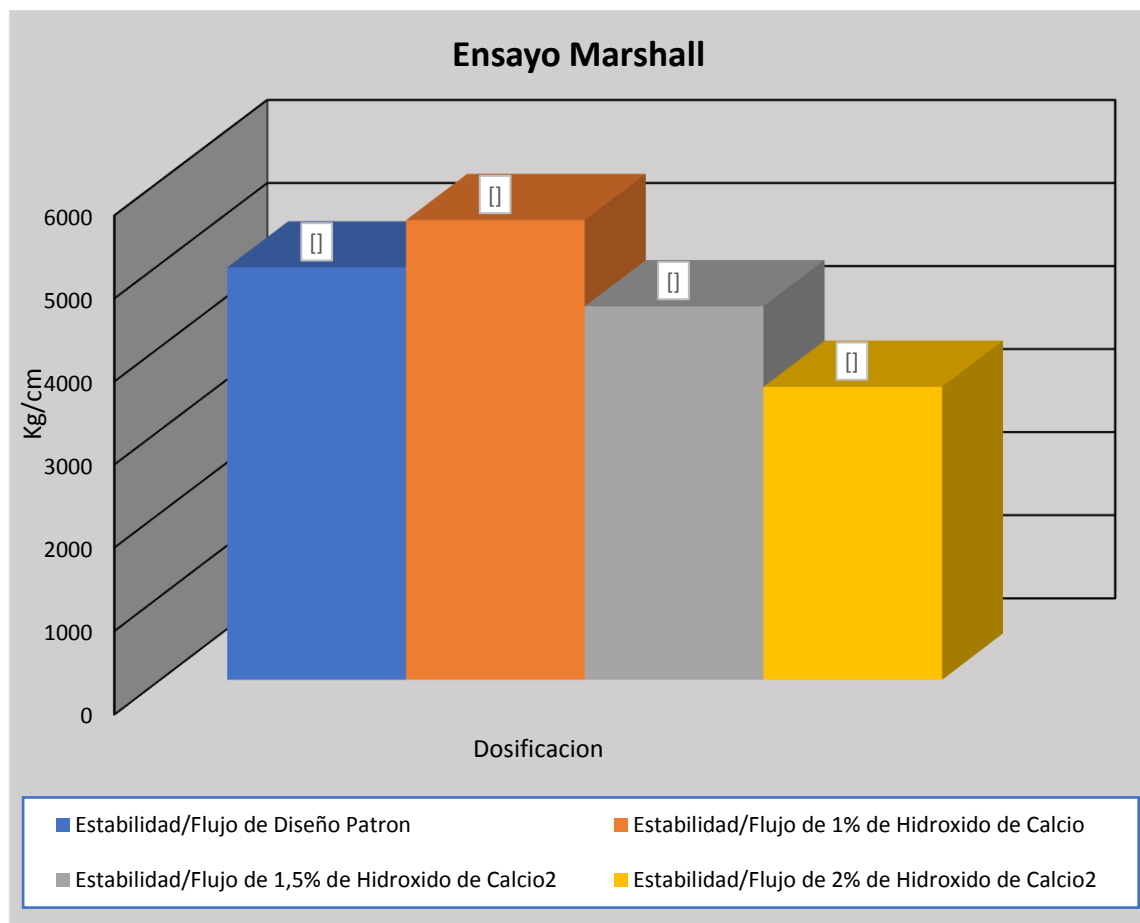


Figura 29. Resultado de Ensayo de Marshall

Fuente: elaboración propia.

Interpretamos: De acuerdo a la Figura 29 se observa que el hidróxido de calcio al añadir el 1%, 1,5% y 2% si influyen en la mejora de la resistencia, estabilidad, flujo, estabilidad/flujo y numero de vacíos en base a los ensayos realizados. Pero presenta una mejor resistencia y estabilidad al añadir el 1% de hidróxido de calcio ya que otorga unos 5525,9 kg/cm lo cual, se establece como dosificación óptima.

IV. DISCUSIÓN

Evaluar la influencia del hidróxido de calcio en la mejora de la resistencia al deslizamiento en el flexible, Lima-2019

Para poder determinar la resistencia al deslizamiento en el pavimento flexible se realizaron los ensayos tanto para los agregados como la mezcla asfáltica y comprobar si cumplen en base a los requerimientos técnico del Manual de Especificaciones EG- 2013. De los cuales a estos ensayos se realizó con las dosificaciones de 1%, 1,5% y 2% de hidróxido de calcio y el diseño patrón para los ensayos de Límites de Atterberg, Riedel Weber, Stripping y Marshall.

Al respecto Gutiérrez en la tesis “Diseño de asfalto en caliente mejorado con el uso de cal hidratada en la Av. Camino Dibos, Ica 2017” en el año 2017 empleo la cal hidratada como aditivo mejorador de resistencia a la elaboración de mezcla asfáltica evaluando al aditivo en el ensayo Marshall y en el Riedel weber. En el ensayo Marshall añadió la cal hidratada con una dosificación de 1% y 1.5% de lo cual le dio como resultado que su óptimo contenido de cal hidratada que ayuda a la resistencia fue el 1.5%, del cual en base a los resultados midió la adherencia de los agregados con la dosificación óptima de cal hidratada que fue 1.5% dando como resultado que presentó desprendimiento parcial en el índice de adhesividad 4 a comparación del diseño patrón que tuvo como desprendimiento parcial en el índice de adhesividad 3.

Al realizar los ensayos se pudo confirmar en base a la investigación anterior que presentaba similitud al realizar el ensayo de Riedel Weber ya que al realizar los ensayos con las dosificaciones de 1%, 1,5% y 2% de hidróxido de calcio; al añadir el 1,5% de hidróxido de calcio efectivamente presentaba un desprendimiento parcial en el índice de adhesividad 4 pero con 1% de hidróxido de calcio presentaba un desprendimiento parcial en el índice de adhesividad 5 mientras que al añadir el 2% de hidróxido de calcio presentó un desprendimiento parcial en el índice de adhesividad 2; concluyendo que tenía un mejor adherencia el agregado con el cemento asfáltico con la adición de 1% de hidróxido de calcio. De la misma forma se comprobó que en el ensayo Marshall para evaluar su resistencia se realizó con las dosificaciones anteriormente mencionadas de los cuales se obtuvo como resultado que con el diseño patrón se obtuvo de resistencia 4956,3 kg/cm, con 1% de hidróxido de calcio se obtuvo de resistencia 5525,9 kg/cm, con 1,5% de hidróxido de calcio se obtuvo de resistencia 4488,9 kg/cm y con 2% de hidróxido de calcio se obtuvo de resistencia 3519,3 kg/cm; de los cuales todos cumplían con los requerimientos técnico ya que la norma establece que debe presentar una resistencia no menor 1700 kg/cm, de los cuales

con la dosificación de 1% de hidróxido de calcio fue el más óptimo presentando mayor resistencia a comparación de los demás.

Determinar la influencia del hidróxido de calcio en el índice plástico en el pavimento flexible, Lima-2019

Los límites de Atterberg presentes en la investigación son el límite líquido y plástico cuya finalidad es conocer acerca de del índice plástico que presenta el agregado fino obtenido de la cantera “El camión” y si cumple en base a los requerimientos con el hidróxido de calcio en base al Manual del MTC y las Especificaciones EG-2013.

Al respecto Cuadros en la tesis “Mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio – 2016” en el año 2017 empleo el óxido de calcio con las dosificaciones de 1%, 3%, 5% y 7%, para lo cual para el límite líquido y plástico empleo con la adición de dosificación de 3% y el suelo natural sin óxido de calcio. Dando como resultado que ayudo a reducir de 19,08% de suelo natural sin presencia del óxido de calcio a un Índice de plasticidad de 4,17% con 3% de óxido de calcio. En conclusión, al añadir el 3% de óxido de calcio redujo a 14,91% de índice de plasticidad.

Al realizar los ensayos de límite líquido y plástico se pudo confirmar en base a la investigación anterior que no presenta similitud ya que, sin presencia de hidróxido de calcio se obtuvo un índice plástico de 3,9%, al añadir 1% de hidróxido de calcio se obtuvo un índice de plasticidad de 3,4%, al añadir el 1,5% se obtuvo un índice plástico de 3,8% y al añadir un 2% de hidróxido de calcio se obtuvo un índice plástico de 4,2%. En conclusión, al añadir 1% de hidróxido de calcio influyo en la reducción del índice plástico ya que se obtuvo un 3,4% a comparación de 3,9%; reduciendo de esta forma la permeabilidad.

Conocer la influencia del hidróxido de calcio en la adherencia del pavimento flexible, Lima-2019.

Para poder determinar la adherencia de los agregados del pavimento flexible se realizó el Riedel Weber para la adherencia del agregado fino y Stripping para la adherencia del agregado grueso con la muestra patrón y la dosificación de 1%, 1.5% y 2% de hidróxido de calcio.

Al respecto Gutiérrez en la tesis “Diseño de asfalto en caliente mejorado con el uso de cal hidratada en la Av. Camino Dibos, Ica 2017” en el año 2017 empleo la muestra patrón y la dosificación de 1.5% de cal hidratada que es en la investigación la dosificación óptima a utilizar. Lo cual, otorgo al incorporar el agregado fino junto con el cemento asfáltico en el

tubo de ensayo en una ebullición durante un minuto una adhesividad o desplazamiento parcial 3 y al incorporar 1.5% de cal hidratada junto con el agregado fino y el cemento asfáltico se obtuvo una adhesividad o desplazamiento parcial 4. Concluyendo que ayuda a mejorar la adherencia del agregado fino respecto

Al realizar los ensayos se pudo confirmar en base a la investigación anterior la similitud al realizar el ensayo de Riedel Weber con la muestra patrón otorgo una adhesividad o desplazamiento parcial 7, al incorporar 1% de hidróxido de calcio junto con el agregado fino y el cemento asfáltico se obtuvo una adhesividad o desplazamiento parcial 6, al incorporar 1,5% de hidróxido de calcio junto con el agregado fino y el cemento asfáltico se obtuvo una adhesividad o desplazamiento parcial 4 y al incorporar 2% de hidróxido de calcio junto con el agregado fino y el cemento asfáltico se obtuvo una adhesividad o desplazamiento parcial 2. Lo cual, se confirma la similitud que la adición de 1% y 1.5% de hidróxido de calcio influye en la adherencia de los agregados con el cemento asfáltico.

Analizar la influencia del hidróxido de calcio en la resistencia del pavimento flexible, Lima-2019.

Para analizar la influencia del hidróxido de calcio en la resistencia se consideró el ensayo Marshall evaluando su estabilidad, flujo y estabilidad vs flujo con la muestra patrón y la dosificación de 1%,1.5% y 2% de hidróxido de calcio.

Al respecto Aguilar, Hernández y Sibrian en la tesis “*Diseño de mezcla asfáltica en caliente con cal hidratada para el mejoramiento de la resistencia a la humedad*” en el año 2016 empleo las dosificaciones de 1% y 2% de cal hidratada en el ensayo Marshall donde concluyo que al añadir 1% de cal hidratada otorgo una estabilidad 13,86 KN y con 2% de cal hidratada otorgo 11.98KN de la misma forma con el flujo ya que dio como resultado de 3.81mm con 1% de cal hidratada y flujo de 3.98 mm con la dosificación de 2% de cal hidratada. Concluyendo que con la dosificación de 1% de cal hidratada se obtuvo una mejor resistencia a comparación con la dosificación de 2% de cal hidratada.

Al realizar los ensayos se pudo confirmar la similitud en base a la investigación al realizar el ensayo Marshall con la muestra patrón otorgo una estabilidad de 17,93KN, flujo de 14,5mm y una estabilidad/flujo de 4956,3 kg/cm; con la dosificación de 1% de hidróxido de calcio otorgo una estabilidad de 18,88KN, flujo de 13,7mm y una estabilidad/flujo de 5525,9 kg/cm; con la dosificación de 1.5% de hidróxido de calcio otorgo una estabilidad de 14,59KN, flujo de 13,0mm y una estabilidad/flujo de 4488,9 kg/cm y con la dosificación de 2% otorgo una estabilidad de 10,85KN, flujo de 12,3mm y una estabilidad/flujo de 3519,3

kg/cm. Comprobando la similitud respecto a la tesis anterior que con la adición de 1% de hidróxido de calcio influye en la resistencia.

Señalar la dosificación óptima de hidróxido de calcio que influye en la mejora de la resistencia en el pavimento flexible, Lima-2019.

Para poder conocer la dosificación óptima de hidróxido de calcio que influye en la mejora de la resistencia al deslizamiento en el pavimento flexible se consideró los ensayos principales que fueron limite líquido, limite plástico, Riedel Weber, Stripping, Ensayo Marshall cada uno con la muestra patrón y las 3 dosificaciones.

Al respecto Pacheco en la tesis “Aplicación del cloruro de calcio con material afirmado para mejorar la estabilización de la base en carreteras no pavimentadas” en el año 2019 empleo las dosificaciones de 10%, 30% y 50% de cloruro de calcio donde concluyo que la dosificación óptima en base al ensayo de CBR fue 10% de cloruro de calcio es decir, la dosificación menor que utilizo aumentando en la resistencia de 58.80% que es la muestra patrón a 73% con 10% de cloruro de calcio con los agregados de la Cantera Tres Tomas y una resistencia de 48.20% de la muestra patrón a 74.15% con 10% de cloruro de calcio utilizando los agregados de la Cantera La Victoria.

Al realizar los ensayos se pudo confirmar la similitud en base a la investigación al realizar los ensayos de Limites de Atterberg, ensayos de adherencia de los agregados como el ensayo Marshall para la resistencia con las dosificaciones de 1%, 1.5% y 2% de hidróxido de calcio; se obtuvo mejor resultado con 1% de hidróxido de calcio ya que ayudo en la disminución del índice plástico respecto a la muestra patrón de 3.9% a 3.4% de índice plástico, influyo en la adherencia de los agregados ya que se obtuvo una adherencia del agregado fino de 4 de índice de adhesividad cumpliendo con los requerimientos de las Especificaciones EG-2013 como también se obtuvo una resistencia de 4956,3 kg/cm a 5525,9 kg/cm. Lo cual se comprueba la similitud que con la dosificación menor de hidróxido de calcio propuesto influyo en la resistencia al deslizamiento del pavimento flexible.

v. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el índice de plasticidad con el diseño patrón, con 1% de hidróxido de calcio, 1,5% de hidróxido de calcio influye en la mejora de la reducción de índice plástico ya que cumple con los requerimientos del Manual de Carreteras de máximo de 4% reduciendo hasta un 3,4% mejorando a futuro de la expansión del agregado fino y permeabilidad evitando de esa forma las fisuras o deterioros en el pavimento flexible.

Se concluye, mediante los ensayos realizados que el hidróxido de calcio si influye en la adherencia de la muestra fina (arena gruesa). Respecto con el diseño patrón y la dosificación de 1% de hidróxido de calcio si influye con una adecuada adhesividad entre los agregados finos y gruesos en conjunto con el cemento asfáltico ante hasta llegar a una concentración de máxima de M/16 y mínimo con concentración de M/32 mencionado en la Norma MTC. Por ende, contribuye a la influencia de la adherencia al adicionar el hidróxido de calcio ante el impacto del agua en el asfalto.

En conclusión, añadir el hidróxido de calcio en diversas dosificaciones desde 1%, 1,5% y 2% influye en la mejora de la resistencia a pesar de tener un porcentaje de pureza menor de 40% en el hidróxido de calcio. Obteniendo como resistencia a la compresión un promedio de 2,5 y resistencia retenida de 77% obteniendo como resistencia conservada e 79,4% cumpliendo con las especificaciones. Por ende, la dosificación que influye en la mejora de la resistencia es de un 1% de hidróxido de calcio obteniendo como estabilidad / flujo de 5525,9 kg/cm.

Por lo tanto, a comparación de las diversas dosificaciones de hidróxido de calcio que fueron desde 1%, 1,5% y 2%; se obtuvo que ayuda e influye en mayor presencia la dosificación de 1% de hidróxido de calcio lo cual es aceptada como dosificación optima ya que garantiza mejores beneficios como reduce índice plasticidad, ayuda en la adherencia y en la resistencia a comparación de las otras dosificaciones.

VI. RECOMENDACIONES

En base al objetivo mencionado anteriormente se recomienda no usar una mayor dosificación de hidróxido de calcio que supere el 1.5% si se utiliza con baja pureza de 40% cuya composición es de óxido de calcio de 30% y de carbonato de calcio de 70% ya que al presentar impurezas puede influir en el aumento de índice de plasticidad y no llegando a cumplir con el 4% máximo requerido afectando de esta forma a la expansión de los agregados.

Se recomienda para obtener una mayor adherencia de los agregados gruesos y agregados finos que los agregados tengan una adecuada calidad en base a los ensayos de calidad que es requerido en las Especificaciones del Manual de Carreteras para poder obtener información acerca si necesita de un químico que ayude a una adecuada adhesividad de mezcla asfáltica junto con los agregados.

Los agregados gruesos para la realización del ensayo de Método Marshall deben de tener como dimensión máxima de $\frac{3}{4}$ " que es equivalente a 19 milímetros y caras fracturadas evitando usar los agregados de piel lisa ya que no cuenta con la capacidad de tener una adecuada compactación entre cemento asfáltico reduciendo de esta manera el esfuerzo cortante que se produce entre la fricción, estabilidad, flujo y resistencia.

Es recomendable no añadir más del 1,5% de hidróxido de calcio ya que esto aumentaría el índice de plasticidad como también no influenciaría en la adherencia de los agregados debido a la baja calidad de los agregados. Por ello, se recomienda usar como óptimo 1% de hidróxido de calcio.

REFERENCIAS

AGUILAR, Sara, HERNANDEZ, Enmanuel y SIBRIAN, Yenci. Diseño de mezcla asfáltica en caliente con cal hidratada para el mejoramiento de la resistencia a la humedad [en línea]. Salvador: Universidad del Salvador, 2016. [Fecha de consulta: 10 de junio, 2019].

Disponible en

<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/10323/1/Insumos%20t%C3%A9cnicos%20para%20la%20modelaci%C3%B3n%20probabil%C3%ADstica%20de%20riesgo%20de%20inundaciones%20en%20la%20cuenca%20del%20R%C3%ADo%20Sucio%20utilizando%20el%20modelo%20CAPRA.pdf>

ALVIZ, Heraldo, VERGARA, Juan y VILLEGAS, Diomar. Revista colombiana de materiales [en línea]. Universidad de Sucre, N. 5, pp. 135. [Fecha de consulta: 10 de junio, 2019].

Disponible en file:///C:/Users/Estudiante/Downloads/19373-69883-1-PB%20(1).pdf

ARIAS, Fidias. El proyecto de investigación [en línea]. 6 ed. Venezuela: Editorial episteme c.a., 2012. [Fecha de consulta: 1 de junio, 2019].

ISBN: 980-07-8529-9

Disponible en <https://evidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACION-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf>

ASI, Ibrahim. Building and Environment. Evaluating skid resistance of different asphalt concrete mixes [en línea]. Vol. 42, 2007, pp. 329. [Fecha de consulta: 9 de junio, 2019].

Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132305003422>

BENITES, Yony. Evaluación del diseño estructural de pavimentos en calles urbanas. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2001.

Disponible en http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/4319/1/benites_sy.pdf

BRAJA, Das. Fundamentos de ingeniería geotécnica [en línea]. 4 ed. México: Ediciones OVA. [Fecha de consulta: 1 de junio, 2019].

ISBN: 978-607-519-373-1

CONVENIO Interadministrativo 587-03. Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles. Colombia: Bogotá, 2006. 56pp.

<https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/974-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-flexibles/file>

CUADROS, Claudia. Mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización

química con oxido de calcio – 2016 [en línea]. Perú: Universidad Peruana Los Andes, 2017 [Fecha de consulta: 1 de mayo, 2019].

Disponible en:

[http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/297/Cadros%20Surichauqui%20Clau dia%20Maria.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/297/Cadros%20Surichauqui%20Clau%20dia%20Maria.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

DEIANA, Ana, GRANADOS, Dolly y SARDELLA, María. El método Científico [en línea]. Departamento de Ingeniería Química. Argentina: Universidad nacional de San Juan, 2018, cap. III. [Fecha de consulta: 1 de mayo, 2019].

Disponible en <http://www.fi.unsj.edu.ar/asignaturas/introing/MetodoCientifico.pdf>

DIARIO el Correo Lima, ciudad de los huecos y baches [en línea]. PE. 15 de mayo del 2016. [Fecha de consulta: 5 de junio, 2019].

Disponible en <https://diariocorreo.pe/peru/lima-la-ciudad-de-los-huecos-y-baches-672751/>
FLEITES, Leonardo. Resistencia al deslizamiento y textura superficial en pavimentos flexibles en la carretera rural Santa Clara – Manicaragua. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Manicaragua: Universidad Central Marta Abreu de las Villas, 2017.

FLORES Mayra, GÓMEZ José y GARNICA Paul. Mejoramiento de la resistencia al deslizamiento por medio de mezclas de agregado. Publicación Técnica. Sanfadila: Instituto mexicano del transporte 2010.

ISSN: 0188-7297

GARCÍA, Sebastián. Utilización de hormigón reciclado como árido para aglomerados asfálticos en frío destinados a tratamientos de mantenimiento de pavimentos. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chile: Universidad de Chile, 2012.

GIORDANI, Claudio y LEONE, Diego. Pavimentos [en línea]. Departamento de Ingeniería Civil I, Universidad Tecnológica Nacional. [Fecha de consulta: 1 de junio, 2019].

Disponible

en

https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_ano/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf

GÓMEZ, Marcelo. Introducción a la metodología de la investigación científica. Argentina: Brujas, 2006. [Fecha de consulta: 1 de junio, 2019].

ISBN: 9875910260

GUTIERREZ, Limber. Diseño de asfalto en caliente mejorado con el uso de cal hidratada en la Av. Camino Dibos, Ica 2017. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2017.

HERNÁNDEZ, Roberto, etl. Metodología de la investigación. México: Rey Charles Diez, 2010.

ISBN: 978-607-15-0291-9

HIGUERA, Carlos; GÓMEZ, Jenny y PARDO, Oscar. Caracterización de un suelo arcilloso tratado con hidróxido de calcio [en línea]. Revista Facultad de Ingeniería, UTP. [Fecha de consulta: 1 de junio, 2019].

ISSN: 0121-1129

INTERNATIONAL journal of transportation science and technology [en línea]. Singapur: Department of civil & environmental engineering, national university of Singapore. Skid resistance determination for pavement management and wet-weather road safety. ZHAO, Hongduo, CHEN, Feng. 2017, vol. 6. [Fecha de consulta: 5 de mayo, 2019].

JARA, Robinson. Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso [en línea]. Perú: Universidad nacional de Cajamarca [Fecha de consulta: 1 de junio, 2019].

Disponible en

<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/686/T%20631.4%20J37%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

JOURNAL of intelligent transportation and urban planning. Analysis of pavement skid resistance and its impacto on vehicle noise. GOMMA, Mahmoud, DARWISH, Gamal y HOZAYEN, Hozayen. [en línea]. Egypt: Cairo University, 2017, Vol. 5. [Fecha de consulta: 1 de mayo, 2019].

KOTEK, Peter y FLORKOVA, Zuzana. Comparison of the Skid Resistance at Different Asphalt Pavement Surfaces over Time [en línea]. Zilina: Universidad de Zilina [Fecha de consulta: 1 de junio, 2019].

Disponible en https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732017000100004

MATA, Francisco. Enfoques conceptuales y de investigación. España: Grupo Editorial Universitario, 2001.

ISBN: 84-8491-140-3

MTC. MINISTERIO de transporte y comunicaciones. Manual de carreteras. Peru: Lima, 2014, 329 pp.

Disponible en http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3580.pdf

MIRANDA, Ricardo. Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Tesis (Título de Ingeniero Constructor). Chile: Universidad Austral de Chile, 2010.

Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>

NORMA Técnica Peruana. NTP 400.037 – 2014. Peru: Lima, 2014, 26 pp.

<https://es.scribd.com/document/345114141/N-T-P-400037-2014-Especificaciones-Agregados>

ORTIZ, Frida. Diccionario de metodología de la investigación científica. México: Limusa, 2004, 176 pp.

ISBN: 968-18-6433-6

PAACHECO, Sofia. Aplicación del cloruro de calcio con material afirmado para mejorar la estabilización de la base en carreteras no pavimentadas. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2019.

RAAB, Christiane y N., Manfred. Construction and building materials. Interlayer bonding of binder, base and subbase layers of asphalt pavements: long-term performance [en línea]. Vol. 23, 2009. [Fecha de consulta: 9 de mayo, 2019].

REYES, Erika. Evaluación de la resistencia al deslizamiento de la vía Bucaramanga – Pamplona (k3+400 – k124+148) en el departamento de Santander. Tesis (Título de Ingeniero en Pavimentos). Colombia: Universidad Militar Nueva Granda, 2016.

Disponible en <http://www.construaprende.com/docs/lab/330-practica-resistencia-abrasion-agregados>

RUIZ, Carlos. Instrumentos de investigación educativa: procedimiento para su diseño y validación, 2002.

ISBN: 980-303-384-0

SABINO, Carlos. El proceso de investigación [en línea]. Revista Panamericana. [Fecha de consulta: 15 de mayo, 2019].

SEMBENELLI, P. Revista materiales de construcción. Vol. 16, n°124. pp.43. [Fecha de consulta: 10 de mayo, 2019].

Disponible en <file:///C:/Users/Estudiante/Downloads/1695-3772-1-PB.pdf>

UZAN, J., LIVNEH, Moshe, ESHED, Y. Asosociation of asphalt paving technologists proc. Investigation of adhesion properties between asphaltic-concrete layers [en línea]. Vol. 47, 1978.

Disponible en <https://trid.trb.org/view/92193>

VALARINO, Elizabeth, etl. Metodología de la investigación. México: Trillas, 2015.

ISBN: 978-607-17-0511-2

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cualitativa, cuantitativa y mixta. Perú: San Marcos, 2013.

ISBN: 978-612-302-878-7

VELASQUEZ, Edgar. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad de Piura, 2009.

Disponible en https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1350/ICI_180.pdf

VELASQUEZ, José Luis. Revista Mecánica de suelos. Sistema agua-suelo [en línea]. Instituto universitario politécnico “Santiago Meriño”, 2014. [Fecha de consulta: 9 de junio, 2019].

Disponible en <https://es.calameo.com/read/004081192468d49b04436>

VIEIRA, Tiago. Análisis de la superficie del pavimento asfáltico y sus efectos en el rendimiento de la fricción del pavimento neumático. Tesis (Maestría de Ingeniero Civil). Brasil: Universidad de Sao Paulo, 2014.

VMT: pistas en mal estado perjudica a vecinos [en línea]. RPP Noticias. PE. 5 de enero del 2016. [Fecha de consulta: 12 de junio, 2019].

Disponible en <https://rpp.pe/lima/actualidad/vmt-pistas-en-mal-estado-perjudica-a-vecinos-noticia-927217>

WOUTER, Bijsterveld. Skid resistance of asphalt pavements: laboratory measurements and model assessment [en línea]. España: Universidad politecnica de Madrid, 2019. [Fecha de consulta: 12 de junio, 2019].

Disponible en <http://oa.upm.es/55463/>

ANEXOS

Anexo 1: Cuadro de Operalización de Variables

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Metodología de la investigación
Variable Independiente					
Hidróxido de calcio	El hidróxido de calcio son sustancias en polvo de color blanco y a veces llega ser incoloro; como también llega a carecer de olor. Puede generarse como sobrante de diversas esencias que tengan el calcio. Su aleación puede abarcar desde sodio, carburo de calcio o agua. Ante lo mencionado Higuera, Gómez y Pardo (2012, p. 27) que: “[...] tiene la característica de fraguado, por ello es utilizado como conglomerante generándose de esta forma como pasta debido a la interacción del agua que es la evaporación”.	Para poder medir esta variable se tiene que saber la correcta proporción del hidróxido de calcio por lo cual, se realiza ensayos con la dosificación de 1.5% a 2% de acuerdo a fuentes informativas mediante los ensayo de Riedel Weber en laboratorio en fichas de laboratorio con los resultados.	Dosificación	1%	<p>Método: Método Científico. Basada en el método científico, ya que está bajo en un problema observado donde se propone objetivos e hipótesis, de los cuales se corrobora en la experimentación que son los ensayos.</p> <p>Enfoque: Cuantitativo. tiene un enfoque cuantitativo ya que presenta dos variables que son el hidróxido de calcio y la resistencia al deslizamiento. Las variables serán medidas mediante experimentaciones realizadas en laboratorios para obtener información necesaria y poder corroborar si las hipótesis planteadas son verdaderas ante el problema propuesto.</p>
				1.5%	
				2%	
Variable Dependiente					<p>Tipo de Investigación: Aplicada. Porque se realiza mediante procesos como es la recolección de datos, compra de muestra y su posterior experimentación para la corroboración de las hipótesis mediante informaciones internacionales basadas en problemas similares. Además la resistencia al deslizamiento, es una proposición que influye en el cambio de la adherencia de los agregados que la conforman para su posterior resistencia y evitar fallas futuras.</p>
Resistencia al deslizamiento	La resistencia al deslizamiento es la capacidad de que tiene la carpeta asfáltica en el pavimento flexible ante diversos factores como clima, tránsito vehicular, cargas vehiculares, agregados, etc.; con la finalidad de tener una adecuada adherencia los agregados con la mezcla asfáltica para su correcto funcionamiento. Respecto a ello, Barraza (2004, p.16) menciona que: “la resistencia al deslizamiento involucra dos agentes en el lugar donde las cargas son el principal factor de su deterioro y a baja calidad en agregados”.	Para poder medir esta variable se realiza ensayos para los agregados en conjunto con la correcta dosificación del hidróxido de calcio para medir la adherencia y resistencia que presentan donde se tendrá las fichas de laboratorios para su recolección de datos.	Diseño	Análisis granulométrico	<p>Nivel de investigación: Explicativo. Se analizará mediante información como experimentación del porque una adecuada adherencia de los agregados con la inclusión de hidróxido de calcio optimiza la resistencia al deslizamiento de los pavimentos flexibles.</p> <p>Diseño de Investigación: Experimental - transversal. Será sometida bajo las proporciones del hidróxido de calcio para analizar su adherencia antes los agregados para analizar si tiene una resistencia al deslizamiento, ya que es un tema de la realidad que afecta a la sociedad tanto a los peatones como a los conductores en diferentes aspectos como seguridad, comodidad, ambiental y social.</p>
				Límite líquido	
				Límite plástico	
			Adherencia	Adherencia en agregado fino-Riedel Weber	
				Adherencia en agregado grueso-Revestimiento y desprendimiento	
			Resistencia	Método Marshall	

Fuente: elaboración propia

Anexo 2: Matriz de consistencia

Título: Evaluación de la resistencia al deslizamiento en el pavimento flexible mejorado con hidróxido de calcio, Lima 2019						
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable Independiente			
¿De qué manera influye el hidróxido de calcio en la mejora en la resistencia al deslizamiento en el pavimento flexible, Lima-2019?	Evaluar la influencia del hidróxido de calcio en la mejora de la resistencia al deslizamiento en el pavimento flexible, Lima-2019.	El hidróxido de calcio influye significativamente en la mejora de la resistencia al deslizamiento en el pavimento flexible, Lima-2019.	Hidróxido de calcio	Dosificación	1%	Ficha técnica
					1.5%	Ficha técnica
					2%	Ficha técnica
Problemas específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable Dependiente			
¿De qué manera influye el hidróxido de calcio en el índice plástico en el pavimento flexible, Lima-2019?	Determinar la influencia del hidróxido de calcio en la mejora en el índice plástico en el pavimento flexible, Lima-2019.	El hidróxido de calcio influye en la mejora en el índice plástico en el pavimento flexible, Lima-2019.	Resistencia al deslizamiento	Índice Plástico	Análisis granulométrico	Ficha técnica
¿De qué manera influye el hidróxido de calcio en la adherencia en el pavimento flexible, Lima 2019?	Conocer la influencia del hidróxido de calcio en la adherencia en el pavimento flexible, Lima-2019.	El hidróxido de calcio influye en la adherencia en el pavimento flexible, Lima-2019.			Límite líquido	Ficha técnica
					Límite plástico	
¿De qué manera influye el hidróxido de calcio en la resistencia en el pavimento flexible, Lima 2019?	Analizar la influencia del hidróxido de calcio en la mejora de la resistencia en el pavimento flexible, Lima-2019.	El hidróxido de calcio influye en la mejora de la resistencia en el pavimento flexible, Lima-2019.		Adherencia	Riedel Weber	Ficha técnica
					Stripping	Ficha técnica
¿Cuál es la dosificación óptima de hidróxido de calcio que influye en la resistencia al deslizamiento en el pavimento flexible, Lima 2019?	Señalar la dosificación óptima de hidróxido de calcio que influye en la resistencia en el pavimento flexible, Lima-2019.	La dosificación óptima influye significativamente en la resistencia al deslizamiento en el pavimento flexible, Lima 2019.		Resistencia	Método Marshall	Ficha técnica

Fuente: elaboración propia

ANEXO 3: Validación de instrumentos

VALORES	0 = NO VALIDO
	1 = VALIDO

1

Proporción	Adherencia
	Adherencia en agregado grueso – Revestimiento y desprendimiento
Muestra Patrón	

VALORES	0 = NO VALIDO
	1 = VALIDO

1

Hidróxido de Calcio	Proporción	Resistencia
		Estabilidad Marshall
	Muestra Patrón	
	1%	
	1.5%	
	2%	

EVALUACION	
Parámetro 1	1
Parámetro 2	1
Parámetro 3	1
PROMEDIO	1

Observaciones y comentarios:

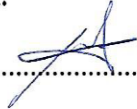
.....
.....
.....

Apellidos y Nombres: *Bonites Lanza, Jose L.*.....

DNI / CIP: *126769*.....

Email / Teléfono: *931342769*.....

Firma:


.....

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

TITULO: "Evaluación de la resistencia al deslizamiento en el pavimento flexible mejorado con el hidróxido de calcio, lima 2019"

N.º de Ficha: 2

Fecha y Hora: 5:52 pm 12/06/2019

Autora: Sofia Estefani Ugarte Camones

Variable: Hidróxido de Calcio

Dimensión: Proporción

VALORES	0 = NO VALIDO
	1 = VALIDO

1

Hidróxido de Calcio	Proporción	Diseño de la mezcla		
		Limite Liquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad
	Muestra Patrón			
	1%			
	1.5%			
	2%			

VALORES	0 = NO VALIDO
	1 = VALIDO

1

Hidróxido de Calcio	Proporción	Adherencia
		Adherencia en agregado fino - Riedel Weber
	Muestra Patrón	
	1%	
	1.5%	
	2%	

VALORES	0 = NO VALIDO
	1 = VALIDO

/

Proporción	Adherencia
	Adherencia en agregado grueso – Revestimiento y desprendimiento
Muestra Patrón	

VALORES	0 = NO VALIDO
	1 = VALIDO

/

Hidróxido de Calcio	Proporción	Resistencia
		Estabilidad Marshall
	Muestra Patrón	
	1%	
	1.5%	
	2%	

EVALUACION	
Parámetro 1	/
Parámetro 2	/
Parámetro 3	/
PROMEDIO	/

Observaciones y comentarios:

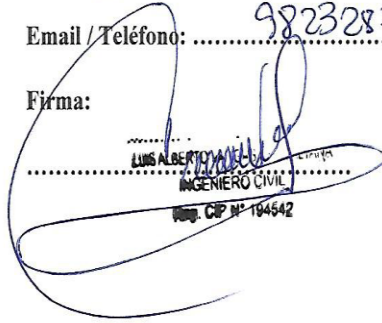
.....
.....
.....

Apellidos y Nombres: VARGAS CHOCAUTANA Luis Alberto

DNI / CIP: 194542

Email / Teléfono: 982328761

Firma:


.....
LUIS ALBERTO VARGAS CHOCAUTANA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 194542

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

TITULO: "Evaluación de la resistencia al deslizamiento en el pavimento flexible mejorado con el hidróxido de calcio, lima 2019"

N.º de Ficha: 3

Fecha y Hora: 7:20 pm 12/06/2019

Autora: Sofia Estefani Ugarte Camones

Variable: Hidróxido de Calcio

Dimensión: Proporción

VALORES	0 = NO VALIDO
	1 = VALIDO

1

Hidróxido de Calcio	Proporción	Diseño de la mezcla		
		Limite Liquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad
	Muestra Patrón			
	1%			
	1.5%			
	2%			

VALORES	0 = NO VALIDO
	1 = VALIDO

1

Hidróxido de Calcio	Proporción	Adherencia
		Adherencia en agregado fino - Riedel Weber
	Muestra Patrón	
	1%	
	1.5%	
	2%	

VALORES	0 = NO VALIDO
	1 = VALIDO

/

Proporción	Adherencia
	Adherencia en agregado grueso - Revestimiento y desprendimiento
Muestra Patrón	

VALORES	0 = NO VALIDO
	1 = VALIDO

/

Hidróxido de Calcio	Proporción	Resistencia
		Estabilidad Marshall
	Muestra Patrón	
	1%	
	1.5%	
	2%	

EVALUACION	
Parámetro 1	/
Parámetro 2	/
Parámetro 3	/
PROMEDIO	/

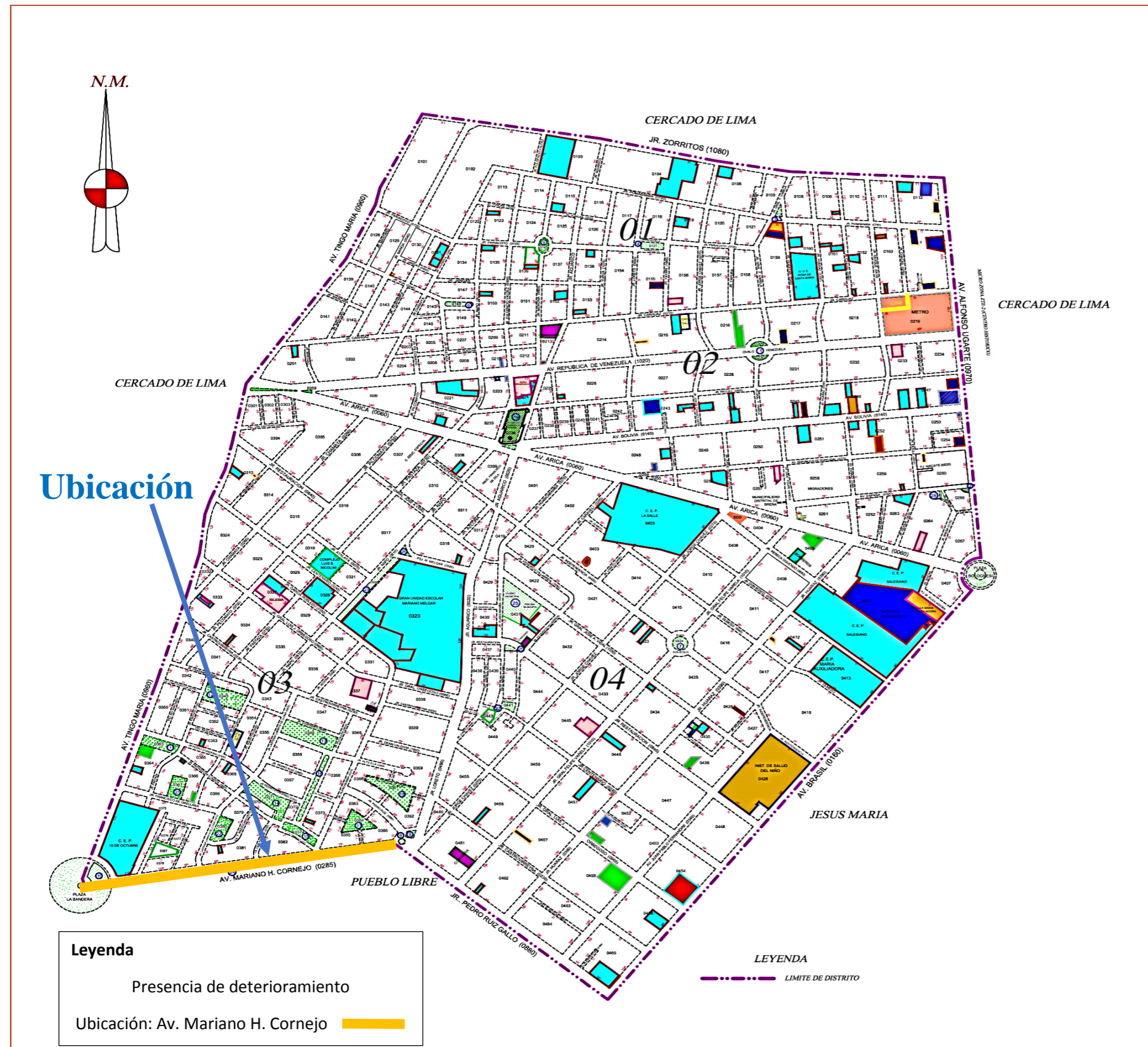
.....
.....
Apellidos y Nombres: *Padilla Pichón Santos Ricardo*

DNI / CIP: *78845637 / 51630*

Email / Teléfono: *spadilla@ucv.edu.pe 94724761*

Firma: 
.....
SANTOS RICARDO PADILLA PICHÓN
INGENIERO CIVIL
CIP 51630

ANEXO 4: Plano de Ubicación del Distrito de Breña



PLANO GENERAL DEL DISTRITO DE BREÑA

	PARQUES Y JARDINES	N° MZ.
1	OVALO DE VENEZUELA	0229 - 0230
2	PLAZUELA ESPAÑA	0266
3	PLAZUELA POMABAMBA	0107
4	PLAZUELA PARIACOTO	0127
5	OVALO PARIACOTO	0165
6	PLAZUELA ECHENIQUE N°1	0148
7	PLAZA DON BOSCO	0425
8	PLAZUELA PEDRO RUIZ	0390
9	OVALO PEDRO RUIZ	0391
10	PARQUE LA BANDERA	0393
11	PARQUE T. DE LUZURRIAGA	0363
12	PARQUE NUEVA AZCONA	0345
13	PARQUE OXAPAMPA	0349
14	PARQUE PEDRO D'ONOFRIO	0371
15	PARQU JUAN M. ITURREGUI	0374
16	PARQUE PUCALLPA	0388
17	PARQUE ECHENIQUE 2do	0384
18	PARQUE SOCABAYA	0361
19	PLAZA DE ARMAS LA BREÑA	0326
20	PARQUE NOSIGLIA 2do	0466
21	PARQUE F. DE ORELLANA	0367
22	PARQUE LA JUVENTUD	0380
23	ALAMEDA MAGISTERIAL	0322
24	ALAMEDA 28 DE JULIO	0392
25	VIVERO MUNICIPAL	0433
26	TRIANGULO NAPO	0389
27	PARQUE NOSIGLIA	0441
28	PARQUE MARIA AUXILIADORA	0268

Leyenda
 Presencia de deterioramiento
 Ubicación: Av. Mariano H. Cornejo

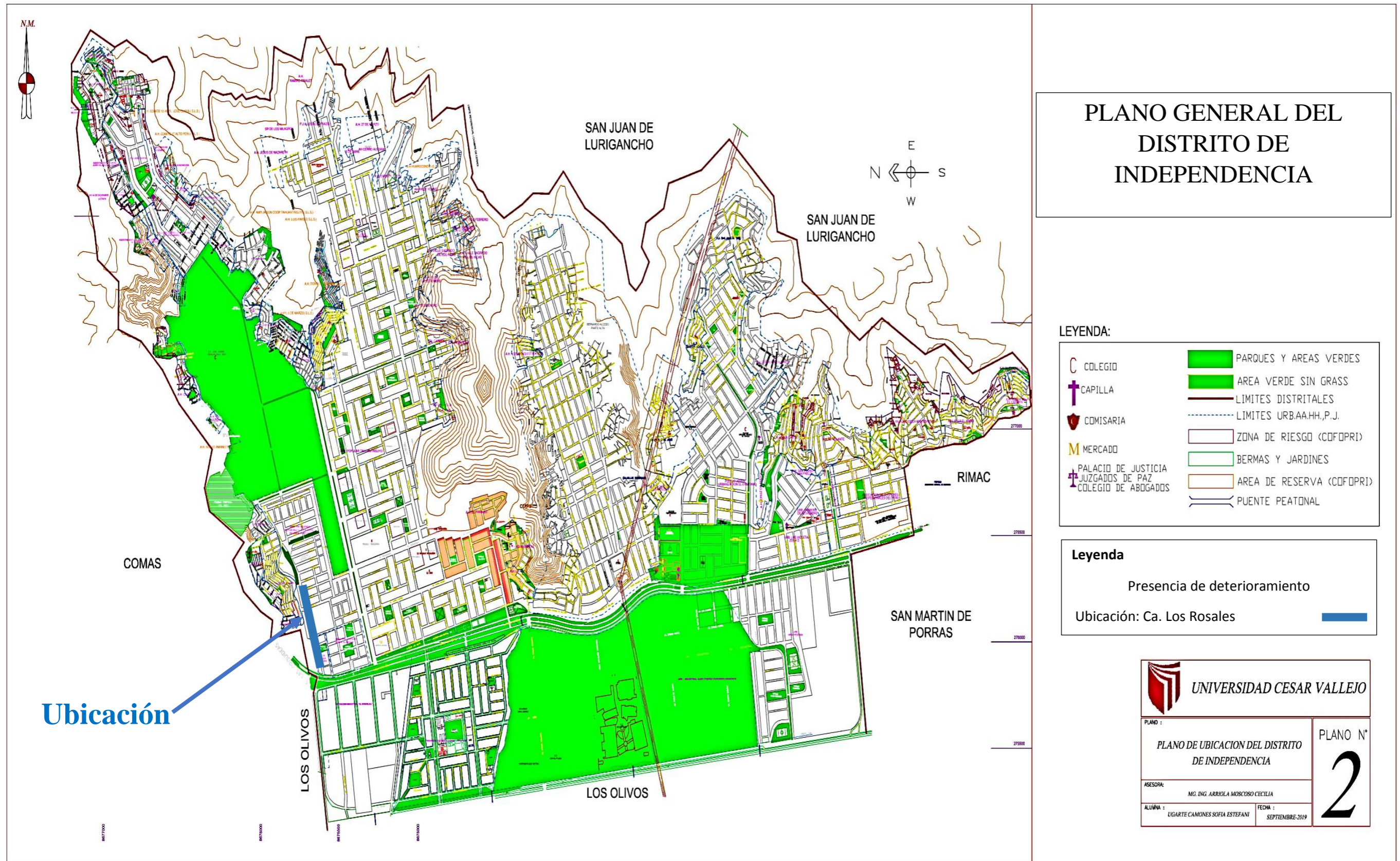
LEYENDA
 LIMITE DE DISTRITO

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PLANO: PLANO DE UBICACION DEL DISTRITO DE BREÑA	PLANO N° 1
ASESORA: MG. ING. ARIOLA MOSCOSO CECILIA	FECHA: SEPTIEMBRE-2019
ALUMNA: UGARTE CAMONES SOFIA ESTEFANI	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5: Plano de Ubicación del Distrito de Independencia



**PLANO GENERAL DEL
DISTRITO DE
INDEPENDENCIA**

LEYENDA:

	COLEGIO		PARQUES Y AREAS VERDES
	CAPILLA		AREA VERDE SIN GRASS
	COMISARIA		LIMITES DISTRITALES
	MERCADO		LIMITES URB.AA.HH.,P.J.
	PALACIO DE JUSTICIA JUZGADOS DE PAZ COLEGIO DE ABOGADOS		ZONA DE RIESGO (COFOPRI)
			BERMAS Y JARDINES
			AREA DE RESERVA (COFOPRI)
			PUENTE PEATONAL

Leyenda

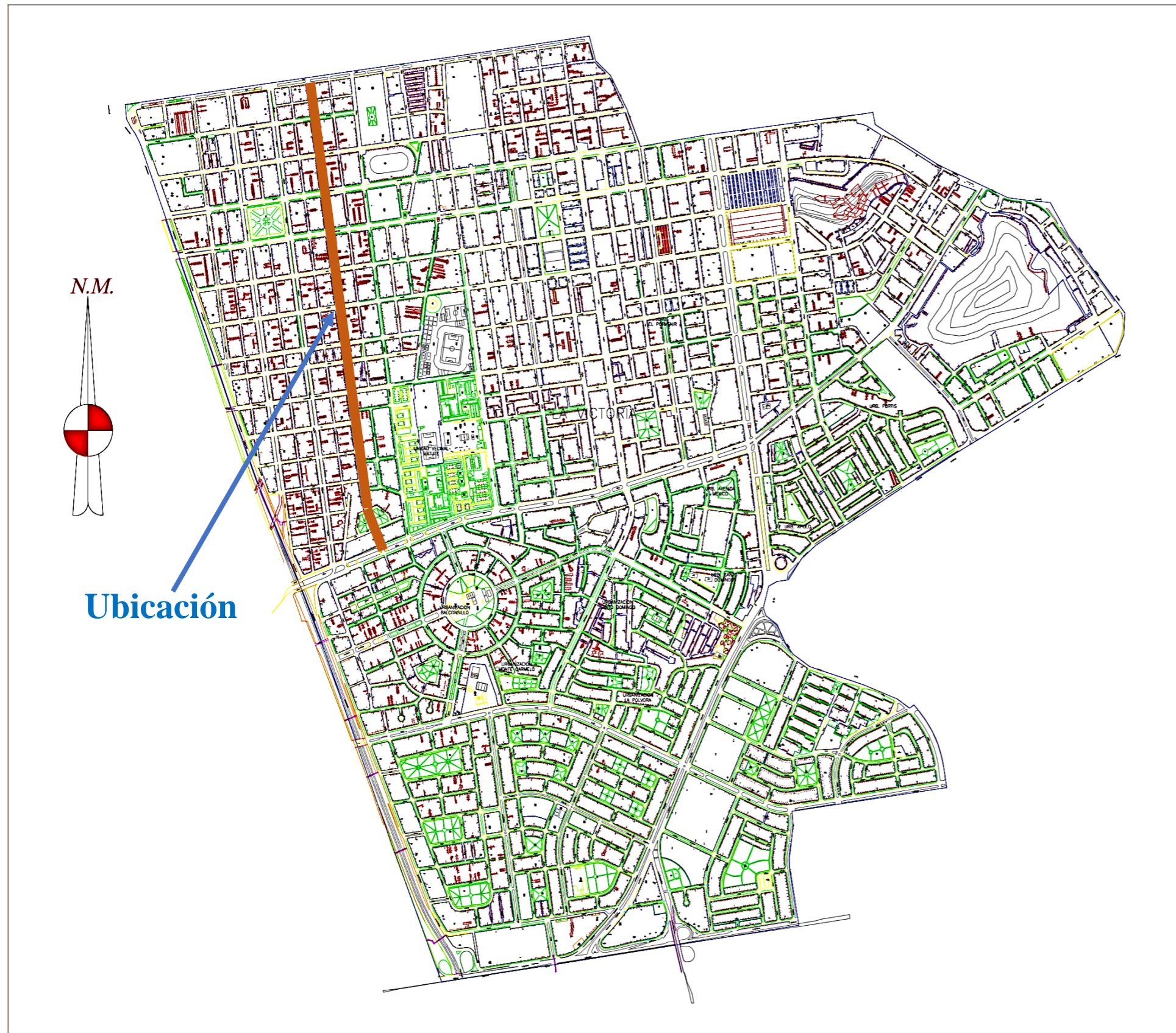
Presencia de deterioramiento
Ubicación: Ca. Los Rosales

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

PLANO :	PLANO N°
PLANO DE UBICACION DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA	
ASESORA:	2
ALUMNA :	
MG. ING. ARRIOLA MOSCOSO CECILIA	
UGARTE CAMONES SOFIA ESTEFANI	FECHA : SEPTIEMBRE-2019

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 6: Plano de Ubicación del Distrito de la Victoria




PLANO GENERAL DEL
DISTRITO DE LA
VICTORIA




MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE
LA VICTORIA

Leyenda

Presencia de deterioramiento

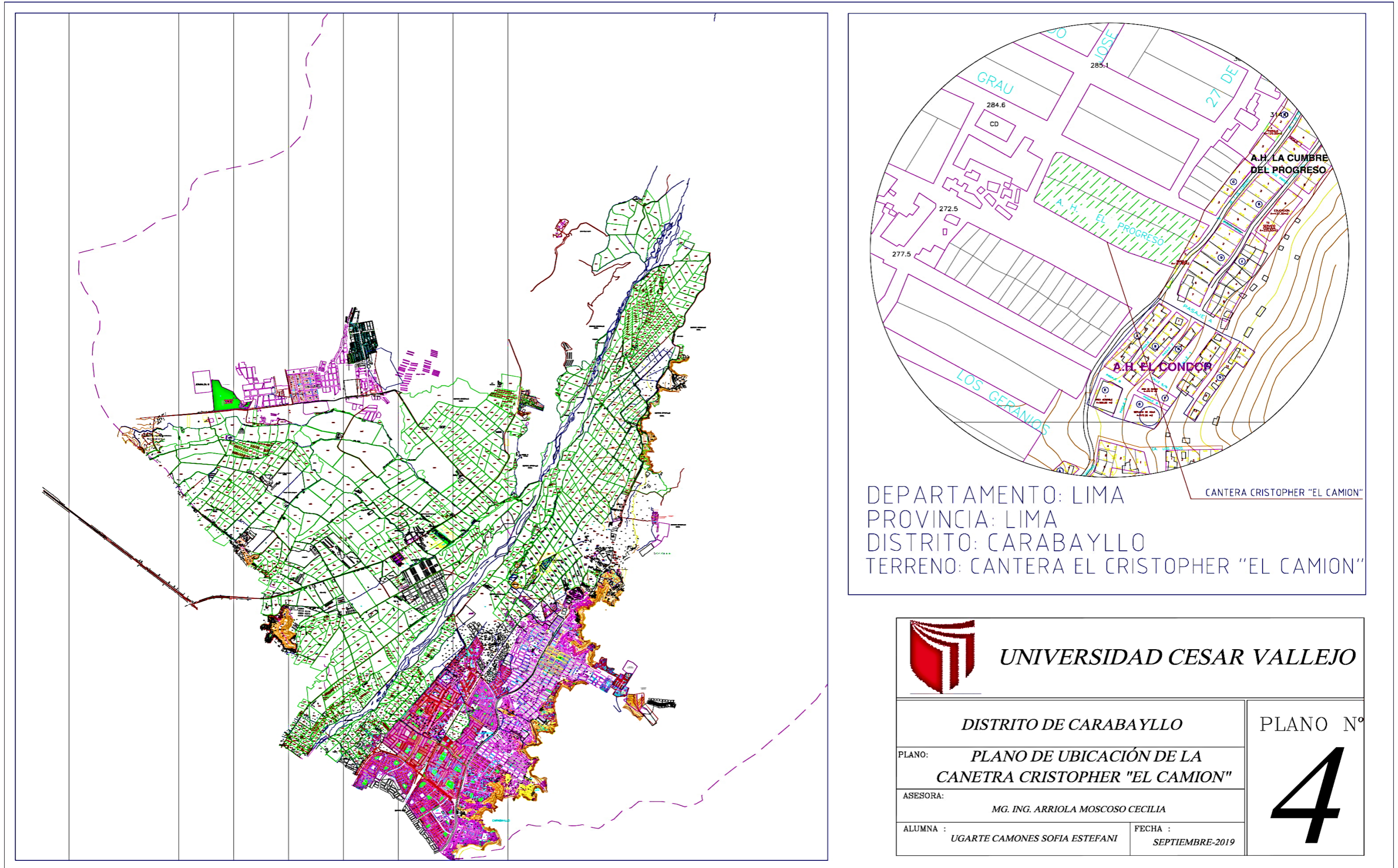
Ubicación: Av. Luna Pizarro 

 **UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**


PLANO :	PLANO N°
PLANO DE UBICACION DEL DISTRITO DE LA VICTORIA	3
ASESORA :	
MG. ING. ARRIOLA MOSCOSO CECILIA	
ALUMNA :	FECHA :
UGARTE CAMONES SOFIA ESTEFANI	SEPTIEMBRE-2019

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 7: Plano de Ubicación de la Cantera Cristopher – “Camion”



DEPARTAMENTO: LIMA
 PROVINCIA: LIMA
 DISTRITO: CARABAYLLO
 TERRENO: CANTERA EL CRISTOPHER "EL CAMION"

 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		PLANO N° 4
DISTRITO DE CARABAYLLO		
PLANO: PLANO DE UBICACIÓN DE LA CANTERA CRISTOPHER "EL CAMION"		
ASESORA: MG. ING. ARRIOLA MOSCOSO CECILIA		
ALUMNA : UGARTE CAMONES SOFIA ESTEFANI	FECHA : SEPTIEMBRE-2019	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 8: Requerimientos para los agregados gruesos y finos

Especificaciones del agregado grueso

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤3.000	>3.000
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	+95
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción *	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.

Especificaciones del agregado fino

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		≤ 3.000	> 3.000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40
Azul de metileno	AASHTO TP 57	8 máx.	8 máx.
Índice de Plasticidad (malla N.º 40)	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	-	18% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N.º 200)	MTC E 111	4 máx.	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción* +	MTC E 205	0,5% máx.	0,5% máx.

ANEXO 9: Especificaciones Técnicas Hidróxido de calcio



FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO

CAL NOFISCALIZADA
(CaO menor al 40%)

CARACTERÍSTICAS

Composición Química

Oxido de Calcio: 30%
Carbonato de Calcio: 70%

ESTADO: sólido en polvo.

TAMAÑO DE PARTÍCULA "GRANULOMETRÍA": <Malla 80

COLOR: Blanco.

EMPAQUE PRIMARIO: Sacos de Polipropileno.

CANTIDAD POR PRESENTACIÓN: Sacos por 25 Kg

USOS

El producto CAL NF, es principalmente usado en la Industria de la construcción como aditivo en la preparación de morteros con cemento y arena;

Utilizado como desinfectante en la Avicultura, acuicultura y agricultura.

Como principal aportante de Calcio a los suelos en la agricultura.

VENTAJAS DE USO DE CAL NF

La Cal NF por su contenido de Óxido de Calcio, en contacto con la humedad, reacciona con elevación de la temperatura, a >80% produciendo la desinfección del suelo, sus otros componentes son buenos retenedores de humedad del suelo.

La Cal NF mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos. Aporta calcio

La Cal NF mejora la preparación del mortero proveyendo plasticidad a la mezcla, cemento arena

La Cal NF desinfecta las posas en la acuicultura, y agrega nutrientes

ANEXO 10: Especificaciones Técnicas – Cemento asfáltico

Petróleos del Perú - PETROPERÚ S.A.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PETROPERÚ

CLASE DE PRODUCTO		ASFALTO SÓLIDO		<i>Fecha efectiva:</i> Enero 2019	
TIPO DE PRODUCTO		CEMENTO ASFÁLTICO		<i>Reemplaza edición de:</i> Enero 2014	
NOMBRE DE PRODUCTO					
ASFALTO SÓLIDO 60/70 PEN					
ENSAYOS	ESPECIFICACIONES (a)		MÉTODO		
	MÍN.	MÁX.	ASTM	AASHTO	
PENETRACIÓN, a 25°C, 100 g, 5 s, 0.1mm	60	70	D-5	T-49	
VOLATILIDAD					
Gravedad específica a 15.6/15.6°C	Reportar		D-70	T-228	
Punto de inflamación, Cleveland, copa abierta, °C	232		D-92	T-48	
DUCTILIDAD a 25°C, 5 cm/min, cm	100		D-113	T-51	
SOLUBILIDAD, % masa	99.0		D-2042, D-7553	T-44	
SUSCEPTIBILIDAD TÉRMICA					
Prueba de calentamiento sobre película fina, 3.2 mm, 163°C, 5 horas:			D-1754	T-179	
Pérdida por calentamiento, % masa	0.8				
Penetración retenida, % del original	52+		D-5	T-49	
Ductilidad a 25°C, 5 cm/min, cm	50		D-113	T-51	
Índice de susceptibilidad térmica	-1.0	+1.0			Francés RLB
FLUIDEZ					
Viscosidad cinemática a 100°C, cSt	Reportar		D-2170	T-201	
Viscosidad cinemática a 135°C, cSt	200		D-2170	T-201	
REQUERIMIENTO GENERAL:					
El cemento asfáltico deberá ser homogéneo, libre de agua, y no deberá formar espuma al ser calentado a 175°C.					
OBSERVACIONES:					
(a) En concordancia con a Norma Técnica Peruana NTP 321.051 y con los estándares ASTM D 946 y AASHTO M-20.					

Panel Fotográfico



Figura 30. Selección de los tamices

Fuente: elaboración propia.



Figura 31. Peso seco de la arena y grava

Fuente: elaboración propia.



Figura 32. Secado de la grava y arena en el horno
Fuente: elaboración propia.



Figura 33. Vaciado de la grava seca en los tamices
Fuente: elaboración propia.



Figura 34. Peso seco del agregado grueso y fino

Fuente: elaboración propia.



Figura 35. Equipos para el Ensayo de Índice de plasticidad de la malla N°200

Fuente: elaboración propia.



Figura 36. Realización del ensayo de límite líquido

Fuente: elaboración propia.



Figura 37. Realización del ensayo de límite plástico (rollito de 3 mm)

Fuente: elaboración propia.



Figura 38. Clasificación en dos grupos de caras fracturadas de cada tamiz

Fuente: elaboración propia.



Figura 39. Tamización de los agregados grueso para partículas chatas y alargadas

Fuente: elaboración propia.



Figura 40. Clasificación de las partículas chatas y alargadas de los agregados gruesos
Fuente: elaboración propia.

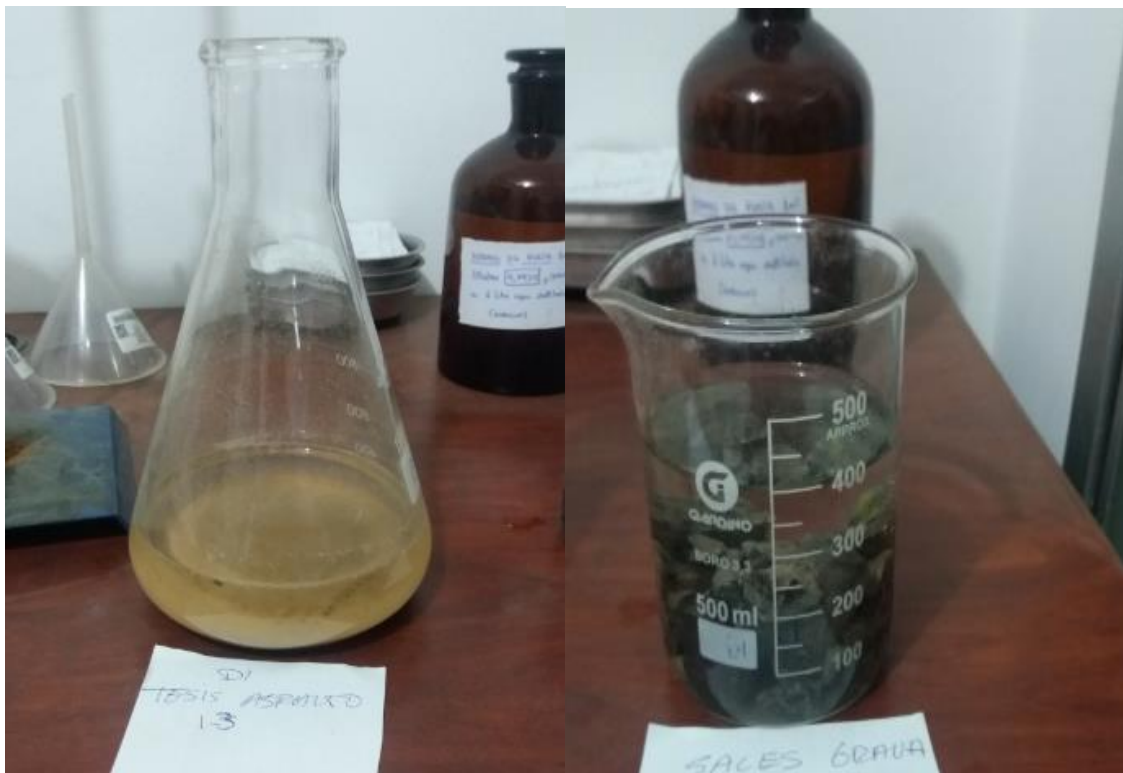


Figura 41. Sales solubles totales del agregado fino y grueso
Fuente: elaboración propia.



Figura 42. Sales solubles del agregado fino

Fuente: elaboración propia.



Figura 43. Ensayo de equivalente de arena

Fuente: elaboración propia.



Figura 44. Medición de altura de equivalente de arena

Fuente: elaboración propia.



Figura 45. Selección de los agregados gruesos para la realización del diseño de mezcla asfáltica

Fuente: elaboración propia.



Figura 46. Adición de 0,5% de hidróxido de calcio en cemento asfáltico óptimo teórico
Fuente: elaboración propia.



Figura 47. Adición de cemento asfáltico para la elaboración de la briqueta
Fuente: elaboración propia.



Figura 48. Mezcla de los agregados, 0,5 de hidróxido de calcio y cemento asfáltico
Fuente: elaboración propia.



Figura 49. Elaboración de las briquetas con 75 golpes en cada cara
Fuente: elaboración propia.



Figura 50. Desmontaje de briquetas con diversas dosificaciones de cemento asfáltico

Fuente: elaboración propia.



Figura 51. Colocación de las briquetas en baño maría

Fuente: elaboración propia.



Figura 52. Colocación de la mezcla asfáltica en el equipo Rice

Fuente: elaboración propia.



Figura 53. Colocación de las briquetas en el equipo Marshall

Fuente: elaboración propia.



Figura 54. Mezcla del agregado grueso con el cemento asfáltico

Fuente: elaboración propia.



Figura 55. Muestra del ensayo de Stripping-Adherencia de agregado grueso

Fuente: elaboración propia.



Figura 56. Equipos y materiales para realización del ensayo de Riedel Weber y Stripping
Fuente: elaboración propia.

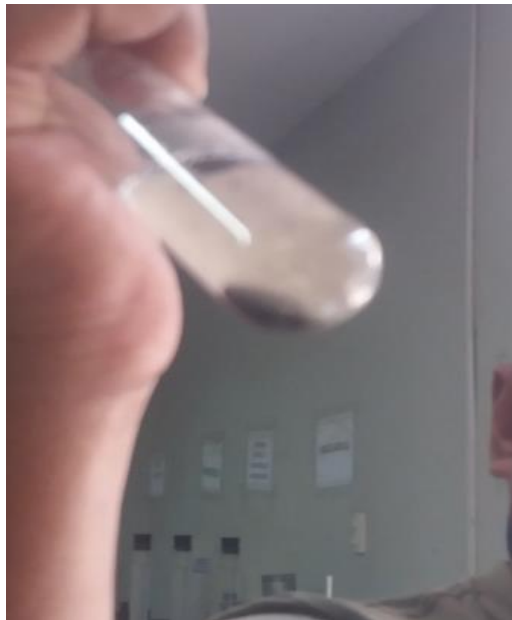


Figura 57. Agregado fino después de la ebullición junto del hidróxido de calcio con cemento asfáltico
Fuente: elaboración propia.

Certificado de Resultados de Ensayos de laboratorio



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

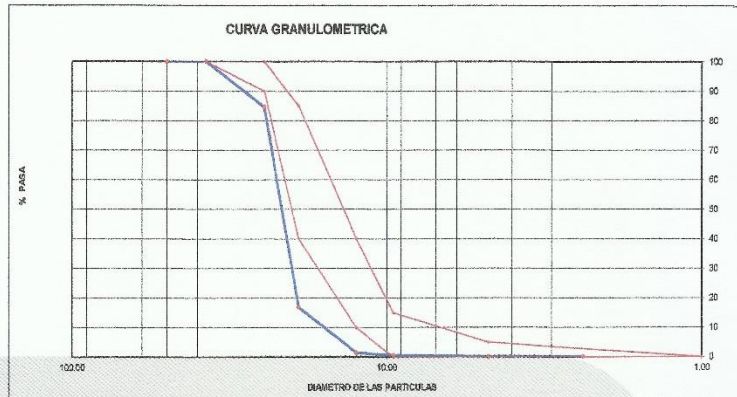
www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-LTC-AG-002
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO	Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: SOFÍA ESTAFANI UGARTE CAMONE		
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA 2018"		
UBICACION	: LIMA		Fecha de ensayo: 17/09/2019
MATERIAL	: AGREGADO GRUESO	CANTERA: CRISTOPHER-CAMION	
PESO INICIAL HUMEDO (g)	1,268.3	% W =	0.4
PESO INICIAL SECO (g)	1,262.7	MF =	7.82

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO # 56
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
1"	24.50	192.9	15.4	15.4	84.6	90 - 100
3/4"	19.05	849.7	67.7	83.1	16.9	40 - 85
1/2"	12.50	194.4	15.5	98.6	1.4	10 - 40
3/8"	9.53	9.8	0.8	99.4	0.6	0 - 15
Nº 4	4.75	6.5	0.5	99.9	0.1	0 - 5
Nº 8	2.38	0.0	0.0	99.9	0.1	
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		0.0	0.0			



OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

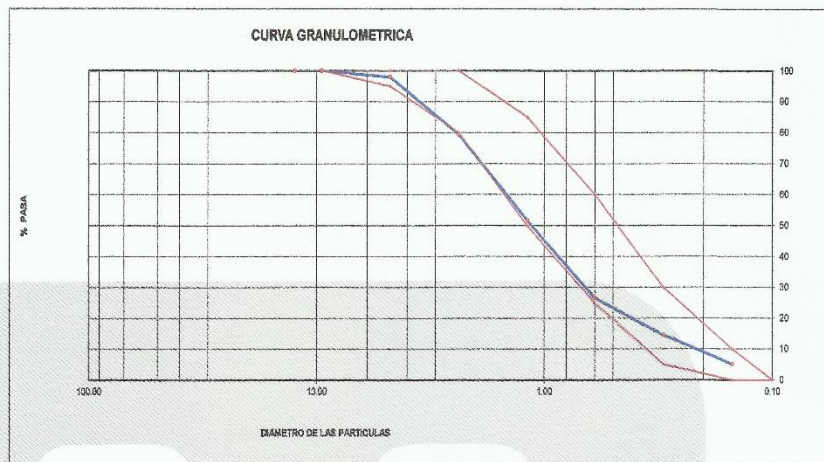
Elaborado por: Jefe de Laboratorio	Revisado por: MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO CARENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 17663	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
---	--	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: SOFÍA ESTAFANI UGARTE CAMONES		
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA 2019"		
UBICACIÓN	: LIMA	Fecha de ensayo:	17/09/2019
MATERIAL	Agregado fino	CANTERA:	CRISTOPHER-CAMION
PESO INICIAL HUMEDO (g)	834.7	% W =	2.6
PESO INICIAL SECO (g)	816.4	MF =	3.25

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.76	12.1	2.0	2.0	98.0	95 - 100
Nº8	2.38	114.8	18.8	20.6	79.4	80 - 100
Nº 16	1.19	171.5	27.7	48.3	51.7	50 - 85
Nº 30	0.60	155.2	25.1	73.4	26.6	25 - 60
Nº 50	0.30	74.9	12.1	85.5	14.5	05 - 30
Nº 100	0.15	58.9	9.4	94.9	5.1	0 - 10
FONDO		31.6	5.1	100.0	0.0	0 - 0



OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

INDICE DE DURABILIDAD DE AGREGADOS

Solicitante	: SOFÍA ESTAFANI UGARTE CAMONES		
TESIS	: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019"		
Ubicación	: LIMA	Fecha:	27/09/2019
CANTERA :	CRISTOPHER-CAMION		
MUESTRA:	AGREGADO GRUESO Y FINO		
MATERIAL:	PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA		

AGREGADO FINO
(ASTM D3744/ MTC E 214 - 2016)




TAMAÑOS DE MALLAS			Agitación Muestra	Contenido de	Muestra Lata
PASA	RETENIDO	PESO (g)	(10 minutos)	Agua Destilada (ml)	(ml.)
Nº 4	fondo	500	10'	1000.0	85

DESCRIPCION	IDENTIFICACION		
	1	2	Promedio
Nº DE ENSAYO			
Hora de entrada a saturación	10:47	10:50	
Hora de salida de saturación (mas 10')	10:57	11:00	
Hora de entrada a decantación	10:59	11:05	
Hora de salida de decantación (mas 20')	11:19	11:25	
Altura máxima de la arcilla (pulg.0.1")	7.78	7.49	
Altura máxima de la arena (pulg.0.1")	4.54	4.48	
Indice de Durabilidad (Df = H.arena/H.arcilla*100)	58.4	59.8	59.1

AGREGADO GRUESO
(ASTM D3744/ MTC E 214 - 2016)

TAMAÑOS DE MALLAS			Muestra	Agitación Muestra	Contenido de
PASA	RETENIDO	PESO (g)	Peso (g)	(10 minutos)	Agua Destilada (ml)
3/4"	1/2"	1070+/-10	897		
1/2"	3/8"	570+/-10	812		
3/8"	Nº 4	910+/-5	724	10'	1000.0

DESCRIPCION	IDENTIFICACION		
	1	2	Promedio
Nº DE ENSAYO			
Hora de entrada a decantación	11:32	12:05	
Hora de salida de decantación (mas 20')	11:52	12:25	
Altura máxima de material fino (0.1")	4.90	4.90	
Indice de Durabilidad (De la tabla)	49.0	48.0	48.5

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YERENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 155883	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO**

PETICIONARIO : SOFÍA ESTAFANI UGARTE CAMONES
TESIS : "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE
MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019"
UBICACIÓN : LIMA
FECHA DE EMISIÓN : 09 DE OCTUBRE DE 2019

Código: NTP 400.016 / MTC E 209
Título: AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de Sulfato de Sodio o Sulfato de Magnesio
Código: ASTM C88
Título: Standard Test Method for Soundness of Aggregates by Use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate

I. EXAMEN CUANTITATIVO: AGREGADO GRUESO
SEGÚN LO INDICADO POR EL PETICIONARIO, EL AGREGADO GRUESO PROCEDE DE LA CANTERA :
CANTERA CRISTOPHER-CAMION

TAMICES		PERDIDA DE PESO EN PORCENTAJE
PASA	RETENIDO	
2 1/2"	1 1/2"	0.00
1 1/2"	3/4 "	0.00
3/4 "	3/8"	7.13
3/8"	Nº 4	4.27
TOTAL		11 %

II. EXAMEN CUALITATIVO

TAMICES		Rajadas		Desmoronadas		Fracturadas		Astilladas		Nº Inicial
Pasa	Retenido	Nº.	%	Nº.	%	Nº.	%	Nº.	%	Partículas
2 1/2"	1 1/2"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 1/2"	3/4"	0	0	0	0	0	0	0	0	0

OBSERVACIONES

- MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO
- EL ENSAYO FUE REALIZADO CON SULFATO DE MAGNESIO DURANTE CINCO CICLOS
- EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATO

FECHA DE INICIO ENSAYO : 27-09-2019
FECHA DE TÉRMINO ENSAYO : 07-10-2019

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS / CONCRETO / ASFALTO

[Firma]
YESERLA OLIVERA BARRAZA
INGENIERO CIVIL
CUT/3603

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO DE ENSAYO CARAS FRACTURADAS	Código	FOR-LAB-AG-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016

MTC E 210

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE	: SOFÍA ESTAFANI UGARTE CAMONES
TESIS	: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO. LIMA-2019"
UBICACIÓN	: LIMA

CANTERA : CRISTOPHER-CAMION

PROGRESIVA : Material de acopio

MUESTRA : AGREGADO GRUESO

Fecha de ensayo: 30/09/2019

A- CON UNA CARA FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)	(g)	C*D
1 1/2"	1"					-
1"	3/4"	721.0	698.5	96.9	10.0	968.8
3/4"	1/2"	456.6	445.8	97.6	11.0	1,073.9
1/2"	3/8"	218.4	216.8	99.3	9.5	943.0
TOTAL		1396.0	1361.1			

PORCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA	$\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \frac{2986}{30.50}$	97.9	%
---	--	------	---

B- CON DOS CARAS FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)	(g)	C*D
1 1/2"	1"	0.0				-
1"	3/4"	721.0	648.9	90.0	10.0	900.0
3/4"	1/2"	456.6	400.7	87.7	11.0	965.2
1/2"	3/8"	218.4	208.6	95.6	9.5	908.2
TOTAL		1396.0	1258.36			

PORCENTAJE CON DOS CARAS FRACTURADAS	$\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \frac{2773}{30.50}$	90.9	%
---	--	------	---

OBSERVACIONES :

* Partículas con una cara fracturada (85% mínimo)

* Partículas con una cara fracturada (50% mínimo)

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 YVESIA CARRAZA INGENIERO CIVIL 15993	 CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS	Código	FOR-LAB-AG-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D4791 / MTC E - 223

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE	: SOFÍA ESTEFANI UGARTE CAMONES
TESIS	: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019"
UBICACIÓN	: LIMA
CANTERA	: TRAPICHE
PROGRESIVA	: Material de scopio
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO



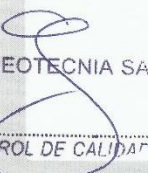
Fecha de ensayo: 30/09/2019

TAMIZ (Pulg.)	ABERTURA (mm)	AGREGADO GRUESO		PESO DE PARTICULAS	CHATAS y ALARGADAS (3:1)		
		PESO RET. GRAD. ORIG.	(%) RET.		PESO	(%)	(%) CORREGIDO
2"	50.800						
1 1/2"	38.100		-		0.0		
1"	25.400	1293.6	47.05	1293.6	0.0	-	-
3/4"	19.000	881.7	32.07	881.7	9.6	1.09	0.35
1/2"	12.700	440.6	16.03	440.6	4.9	1.12	0.18
3/8"	9.500	133.5	4.86	133.5	1.0	0.71	0.03
PESO TOTAL DE LA MUESTRA:		2749.4					

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)	0.56
--	-------------

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO V°B° LABORATORIO DE MATERIALES	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUSIBARRAZA INGENIERO CIVIL 3.7.71.1988	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DETERMINACIÓN DE SALES SOLUBLES TOTALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS MTC E 219	
REFERENCIA : Resultados de laboratorio SOLICITANTE : SOFÍA ESTAFANI UGARTE CAMONES TESIS : "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019" UBICACIÓN : LIMA CANTERA : CRISTOPHER-CAMION MUESTRA : PIEDRA CHANCADA PROFUNDIDAD : ACOPIO	
<i>Fecha de ensayo:</i> 30/09/2019	

ENSAYO	RESULTADO		NORMA
	p.p.m.	%	
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES	810	0.081	MTC E 219

INDICACIONES:

* Durante la preparación, el material fue secado a temperatura ambiente (50°C).

OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante.

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	  YBESSA OLGA BARRAZA INGENIERO CIVIL C.P. 116803	 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DESGASTE POR ABRASIÓN	Código	FOR-LAB-AG-006
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM C131 / ASTM C535 / MTC E - 207

REFERENCIA	: Ensayos de laboratorio
SOLICITANTE	: SOFÍA ESTAFANI UGARTE CAMONES
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019"
UBICACIÓN	: LIMA Fecha de ensayo: 27/09/2019
CANTERA	: CRITOPHER-CAMION
PROGRESIVA	: Material de acopio
MUESTRA	: PIEDRA CHANCADA

GRADACIÓN	"A"	"B"	"C"	"D"
ESFERAS	12	11	8	6
1.1/2" - 1"	1250	-	-	-
1" - 3/4"	1251	-	-	-
3/4" - 1/2"	1248	2500	-	-
1/2" - 3/8"	1251	2500	-	-
3/8" - 1/4"	-	-	2500	-
1/4" - Nº4	-	-	2500	-
Nº4 - Nº8	-	-	-	5000
Peso Muestra	5000	5000	5000	
Peso Retenido Tamiz Nº 12	3746			
Peso Pasante Tamiz Nº 12	1254			
% DESGASTE	25.08			
PROMEDIO	25.1%			

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

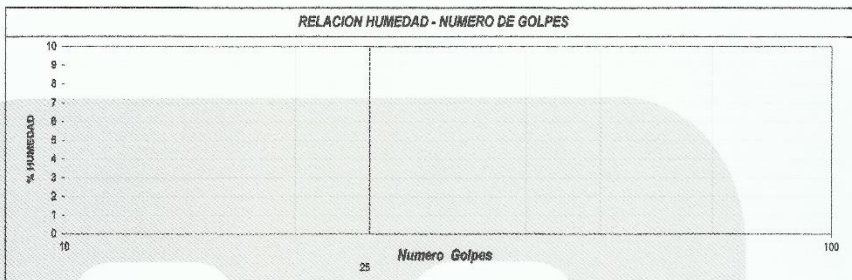
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YERSON ROSA BARRAZA INGENIERO CIVIL C.O. 115943	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2019
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111			




REFERENCIA	: Resultados de Laboratorio
SOLICITANTE	: SOFÍA ESTAFANI UGARTE CAMONES
YESIS	: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019"
UBICACIÓN	: LIMA
CANTERA	: CRISTOPHER-CAMION
MUESTRA	: ARENA GRUESA
PROFUNDIDAD	: --
Fecha de ensayo: 27/09/2019	

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Material Pasante Tamiz Nº 40	
		LÍMITE LIQUIDO	LÍMITE PLASTICO
Nro. de Recipiente			
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.		
Peso de Recipiente (C)	gr.		
Peso del Agua (A-B)	gr.		
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.		
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%		
Nº De Golpes			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LIQUIDO	PLÁSTICO	
	N.P	N.P	



OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el solicitante.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA OJEDA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 118803	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DETERMINACIÓN DE SALES SOLUBLES TOTALES
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS MTC E 219	
REFERENCIA : Resultados de laboratorio SOLICITANTE : SOFÍA ESTAFANI UGARTE CAMONES TESIS : "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO EL CON HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019" UBICACIÓN : LIMA CANTERA : CRISTOPHER-CAMION MUESTRA : ARENA GRUESA PROFUNDIDAD : ACOPIO Fecha de ensayo: 30/09/2019	

ENSAYO	RESULTADO		NORMA
	p.p.m.	%	
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES	1215	0.122	MTC E 219

INDICACIONES:

* Durante la preparación, el material fue secado a temperatura ambiente (80°C).

OBSERVACIONES:

* Muestra provista e identificada por el solicitante.

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YERENI CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL Nº 16803	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO AZUL DE METILENO
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS AASHTO TP 57	
REFERENCIA : Resultados de laboratorio SOLICITANTE : SOFÍA ESTAFANI UGARTE CAMONES TESIS : "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019" UBICACIÓN : LIMA CANTERA : CRISTOPHER-CAMION MUESTRA : ARENA GRUESA PASANTE DE LA MALLA #200 PROFUNDIDAD : ACOPIO	
<i>Fecha de ensayo:</i> 30/09/2019	

ENSAYO	RESULTADO	NORMA
	mg/g	
VALOR DE AZUL DE METILENO	4.5	AASHTO TP 57

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASPALTO YESEMIA CUPABARRAZA INGENIERO CIVIL CP 117903 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO





TESIS	"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019"		
Provincia :	LIMA	Departamento:	LIMA
Solicitante:	SOFIA ESTAFANI UGARTE CAMONES	Fecha:	27/09/2019

(MTC E - 222)

CANTERA : CRISTOPHER-CAMION
MUESTRA : ARENA GRUESA

ENSAYO	N	1	2	ESPECIFICACION
PESO DEL AGREGADO FINO	(W)	1452.50	1420.50	/
VOLUMEN DEL CILINDRO	(V)	939.00	939.00	
GRAVEDAD ESPECIFICA DE AGREGADO FINO	Gsb	2.585	2.585	
VACIOS NO COMPACTADOS	%	40.17	41.49	
PROMEDIO	%	40.83		

OBSERVACIONES : ARENA GRUESA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 11386	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO EQUIVALENTE DE ARENA	Código	FOR-LAB-AG-007
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2016

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D2419 / MTC E - 114

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE	: SOFÍA ESTAFANI UGARTE CAMONES
TESIS	: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019"
UBICACIÓN	: LIMA Fecha de ensayo: 27/09/2019
CANTERA	: CRISTOPHER-CAMION
MUESTRA	: AGREGADO FINO
MATERIAL	: ARENA GRUESA

DATOS DE LA MUESTRA

ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Máximo (mm)	4.75	4.75	4.75
2	Muestra Nº	1	2	3
3	Hora de Entrada	10:15	10:17	10:19
4	Hora de Salida	10:25	10:27	10:29
5	Hora de Entrada	10:27	10:29	10:31
6	Hora de Salida	10:47	10:49	10:51
7	Altura Máxima de la Arena (Pulgadas)	6.60	6.60	6.60
8	Altura Máxima de Material Fino (Pulgadas)	12.50	12.50	12.40
9	Equivalente de Arena (%)	52.8	52.8	52.4
10	Equivalente de Arena Promedio (%)	53.0		

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Si el equivalente de arena calculado no es un número entero, será reportado como el siguiente número más alto.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

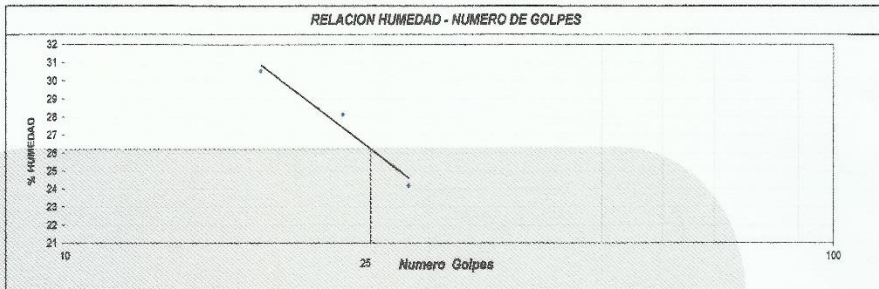
Elaborado por: 	Revisado por:  YESSENIA ZUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL C.P. 119903	Aprobado por:  MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2019
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111			

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio		
SOLICITANTE	: SOFÍA ESTAFANI UGARTE CAMONES		
TESIS	: EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019*		
UBICACIÓN	: LIMA	Fecha de ensayo:	27/08/2019
CANTERA	: CRISTOPHER-CAMION		
MUESTRA	: ARENA GRUESA		

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 200					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente		1	2	3	1	2	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	27.50	27.50	25.56	22.96	23.46	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	24.47	24.69	23.60	21.47	21.78	
Peso de Recipiente (C)	gr.	14.54	14.54	15.01	14.87	14.21	
Peso del Agua (A-B)	gr.	3.03	2.84	2.06	1.49	1.67	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	9.93	10.12	8.49	6.80	7.57	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	30.54	28.12	24.21	22.58	22.08	
N° De Golpes		18	23	28			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	26.2	22.3	3.9



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA SAC
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA SAC

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	<p>MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASPALTO</p> <p>YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 143373</p>	<p>MTL GEOTECNIA SAC</p> <p>CONTROL DE CALIDAD</p>

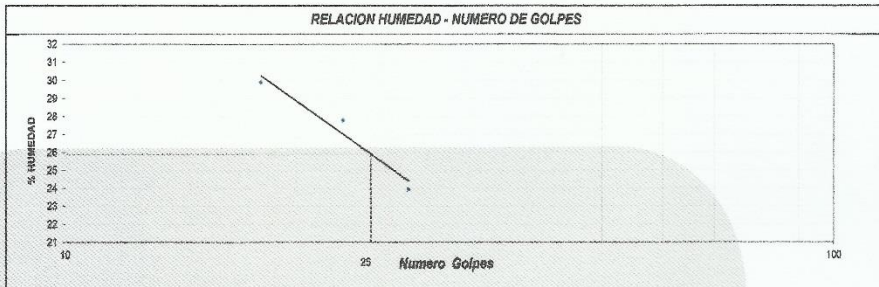
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2019

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio		
SOLICITANTE	: SOFÍA ESTAFANI UGARTE CAMONES		
TESIS	: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019"		
UBICACIÓN	: LIMA	Fecha de ensayo:	27/09/2019
CANTERA	: CRISTOPHER-CAMION		
MUESTRA	: ARENA GRUESA+1 % DE HIDROXIDO DE CALCIO		

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 200					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
		1	2	3	1	2	3
Nro. de Recipiente							
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	28.54	27.65	28.12	23.45	22.78	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	25.31	24.75	25.46	21.81	21.24	
Peso de Recipiente (C)	gr.	14.51	14.31	14.48	14.51	14.37	
Peso del Agua (A-B)	gr.	3.23	2.90	2.64	1.64	1.54	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	10.80	10.44	11.00	7.30	6.87	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	29.91	27.78	23.97	22.51	22.42	
N° De Golpes		18	23	29			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	25.9	22.5	3.4



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA SAC
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA SAC

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		

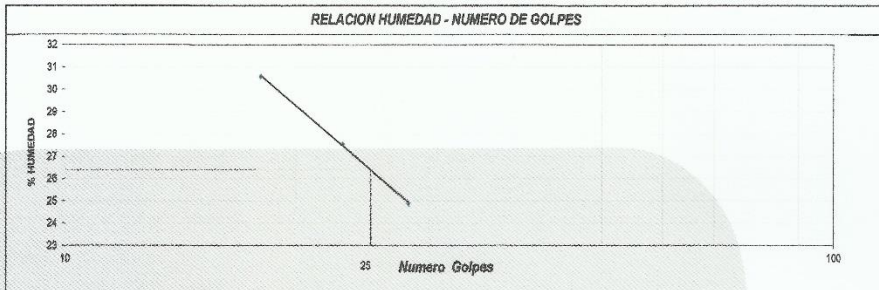
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2019

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio		
SOLICITANTE	: SOFÍA ESTEFANI UGARTE CAMONES		
TESIS	: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019"		
UBICACIÓN	: LIMA	Fecha de ensayo:	27/09/2019
CANTERA	: CRISTOPHER-CAMION		
MUESTRA	: ARENA GRUESA+1.5 % DE HIDROXIDO DE CALCIO		

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 200					
		LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente		1	2	3	1	2	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	29.54	29.11	28.87	25.12	24.97	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	25.83	25.91	25.97	23.12	23.00	
Peso de Recipiente (C)	gr.	14.12	14.27	14.31	14.24	14.29	
Peso del Agua (A-B)	gr.	3.61	3.20	2.90	2.00	1.97	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	11.81	11.64	11.66	8.88	8.71	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	30.57	27.54	24.87	22.52	22.62	
N° De Golpes		18	23	28			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	26.4	22.6	3.8



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA SAC
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA SAC

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESICA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 16893	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD

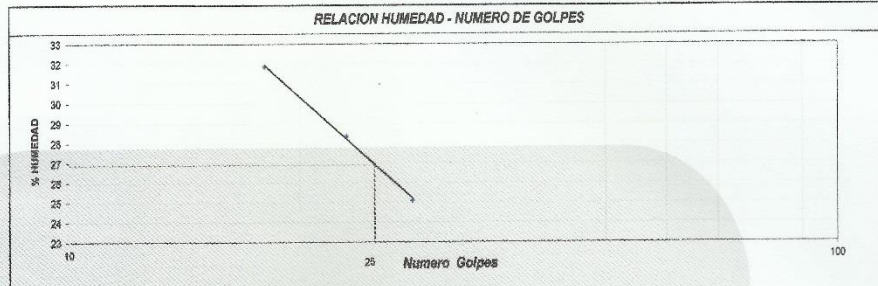
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA	Código	FOR-LAB-MS-006
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2019

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
 ASTM D4318 / MTC E - 110 / MTC E - 111

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio		
SOLICITANTE	: SOFÍA ESTEFANI UGARTE CAMONES		
TESIS	: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019"		
UBICACIÓN	: LIMA	Fecha de ensayo:	27/09/2019
CANTERA	: CRISTOPHER-CAMON		
MUESTRA	: ARENA GRUESA+2 % DE HIDROXIDO DE CALCIO		

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pesante Tamiz N° 200					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
		1	2	3	1	2	3
Nro. de Recipiente							
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	30.45	31.45	30.21	24.57	25.11	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	26.55	27.71	27.01	22.71	23.13	
Peso de Recipiente (C)	gr.	14.21	14.51	14.27	14.51	14.44	
Peso del Agua (A-B)	gr.	3.90	3.74	3.20	1.86	1.98	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	12.24	13.20	12.74	8.20	8.69	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	31.86	28.33	25.12	22.67	22.78	
N° De Golpes		18	23	28			

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	26.9	22.7	4.2



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA SAC
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA SAC

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO WILSON CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 115803	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD

REFERENCIA : Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE : SOFÍA ESTEFANI UGARTE CAMONES
TESIS : "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019"
UBICACIÓN : LIMA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera "CRISTOPHER-CAMION" ASFALTO : PEN 60/70
DESCRIPCIÓN : Arena zarandeada

ENSAYO DE ADHESIVIDAD RIEDEL WEBER
MTC- E 220

Concentración (gr./ft Na ₂ CO ₃)	Índice de Adhesividad	Observación
Agua Destilada	0	No hay desprendimiento
M/256 = 0.414	1	No hay desprendimiento
M/128 = 0.828	2	No hay desprendimiento
M/64 = 1.656	3	No hay desprendimiento
M/32 = 3.312	4	No hay desprendimiento
M/16 = 6.625	5	No hay desprendimiento
M/8 = 13.25	6	Desprendimiento Parcial
M/4 = 26.5	7	
M/2 = 53.0	8	Desprendimiento Total
M/1 = 106.0	9	

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO
YEREMÍA CUBA BARRAZA
INGENIERO CIVIL
CONTROL DE CALIDAD

REFERENCIA : Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE : SOFÍA ESTEFANI UGARTE CAMONES
TESIS : "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019"

UBICACIÓN : LIMA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA _____ **Fecha de ensayo:** 27/09/2019

IDENTIFICACIÓN : Cantera "CRISTOPHER-CAMION" **ASFALTO** : PEN 60/70
DESCRIPCIÓN : Arena zarandeada + 2.0 % de Hidróxido de calcio

ENSAYO DE ADHESIVIDAD RIEDEL WEBER
MTC- E 220

Concentración (gr./lt Na ₂ CO ₃)	Índice de Adhesividad	Observación
Agua Destilada	0	No hay desprendimiento
M/256 = 0.414	1	No hay desprendimiento
M/128 = 0.828	2	Desprendimiento Parcial
M/64 = 1.656	3	Desprendimiento Total
M/32 = 3.312	4	
M/16 = 6.625	5	
M/8 = 13.25	6	
M/4 = 26.5	7	
M/2 = 53.0	8	
M/1 = 106.0	9	

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS, CONCRETO, ASFALTO ROSA LILIANA BARRAZA INGENIERO CIVIL C.O. 118203	 MTL GEOTECNIA SAC COMITÉ DE CALIDAD

INFORME DE ENSAYO

REFERENCIA : Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE : SOFÍA ESTEFANI UGARTE CAMONES
TESIS : "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019"
UBICACIÓN : LIMA

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Cantera "Cristopher"- Camión ASFALTO : PEN 60/70
DESCRIPCIÓN : Grava triturada Fecha de ensayo: 27/09/2019

REVESTIMIENTO Y DESPRENDIMIENTO DE MEZCLAS AGREGADO - BITUMEN (MTC-E 517)

Ensayo	Resultado	Especificación
Adherencia	+95	+95



OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del usuario.

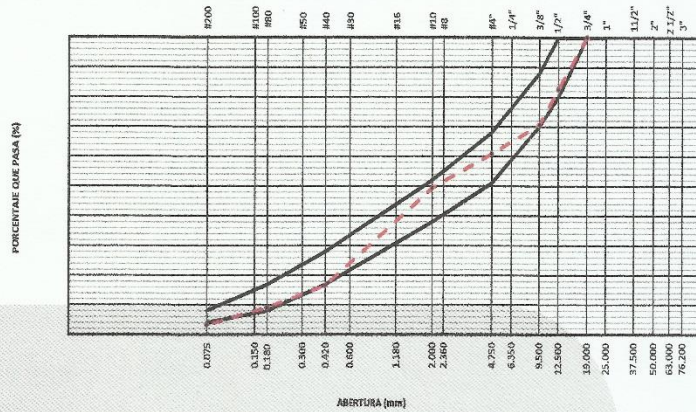
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)

REFERENCIA : Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE : SOFÍA ESTEFANI UGARTE CAMONES
TESIS : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019"
UBICACIÓN : LIMA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)

TAMIZ	ABERTURA mm	PESO	PORCENTAJE				FORMULA DE TRABAJO	ESPECIFICACIÓN MAC-2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			Retenido	Retenido	Acum.L	Porcib			
3"	76.200								
2 1/2"	63.000							Peso total 2868.4 g	
2"	50.000							Fracción finos : 0.0 g	
1 1/2"	37.500								
1"	25.000								
3/4"	18.000				100.0		100	100	
1/2"	12.500	503.3	17.4	17.4	82.6		80	100	
3/8"	9.500	345.7	12.0	29.4	70.6		70	98	
1/4"	6.350								
# 4	4.750	283.8	9.8	39.2	60.8		61	68	
# 8	2.360	216.0	7.5	46.7	53.3				
# 10	2.000	115.8	4.0	50.7	49.3		38	62	
# 18	1.180								
# 30	0.850								
# 40	0.420	948.1	32.8	83.5	16.5		17	28	
# 60	0.180	216.8	7.5	91.0	9.0		8	17	
# 100	0.150								
# 200	0.075	186.8	6.5	95.8	3.2		4	8	
>200		92.2	3.2	100.0					

CURVA GRANULOMETRICA



MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

YVES MAQUEA BARRAZA
INGENIERO CIVIL
C.I. 17330

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO UNITARIO (F, G o Gib)	PESO	Código	FOR-LTC-AG-018
			Revisión	1
			Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C29

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: SOFÍA ESTAFANI UGARTE CAMONES
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA 2019"
UBICACIÓN	: LIMA Fecha de ensayo: 17/09/2019

MATERIAL : AGREGADO GRUESO CANTERA: CRISTOPHER-CAMION

MUESTRA Nº	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	29810	29882	29751
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	19910	20082	19951
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.420	1.438	1.430

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.429
-------------------------------	------	-------



MUESTRA Nº	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	31790	31685	31700
2	Peso del Molde	g	9800	9800	9800
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	21990	21885	21900
4	Volumen del Molde	cc	13950	13950	13950
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.576	1.569	1.570

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.572
-----------------------------------	------	-------

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por: MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO / ASFALTO  YESSENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP 119503	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	Código	FOR-LAB-MS-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE ENSAYO EN AGREGADOS
ASTM C127 / MTC E 206




REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : SOFÍA ESTAFANI UGARTE CAMONES
PROYECTO : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA 2019*
UBICACION : LIMA Fecha de ensayo: 17/09/2019

MATERIAL : AGREGADO GRUESO CANTERA : CRISTOPHER-CAMION

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	A	g	504.3	519.8	511.9
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca	B	g	800.7	824.8	812.7
3	Peso muestra Seco	C	g	792.8	816.5	804.6
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A		g/cc	2.70	2.70	2.70
5	Peso específico de masa = C/B-A		g/cc	2.67	2.66	2.66
6	Peso específico aparente = C/C-A		g/cc	2.75	2.75	2.75
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100		%	1.0	1.0	1.0

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

 Elaborado por: Jefe de Laboratorio	 Revisado por: INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	 Aprobado por: CONTROL DE CALIDAD MTL GEOTECNIA
--	--	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO	Código	FOR-LAB-AG-016
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C29

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: SOFÍA ESTAFANI UGARTE CAMONES
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA 2019"
UBICACIÓN	: LIMA Fecha de ensayo: 17/09/2019

MATERIAL : AGREGADO FINO CANTERA : CRISTOPHER-GAMION

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	6470	6452	6493
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4107	4089	4130
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.488	1.482	1.486

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.489
-------------------------------	------	-------




MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	7259	7258	7305
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4996	4905	4942
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.788	1.777	1.791

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.785
-----------------------------------	------	-------

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por:  YESENICA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 176905	Aprobado por:  MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS
ASTM C128 / MTC E 205

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: SOFÍA ESTAFANI UGARTE CAMONES
PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA 2019"
UBICACION	: LIMA Fecha de ensayo: 17/09/2019

MATERIAL : AGREGADO FINO **CANTERA** : CRISTOPHER-CAMION

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	982.11	983.2	982.7
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón	g	871.2	871.4	871.3
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	310.91	311.8	311.4
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balón	g/cc	665.4	665.2	665.30
5	Peso del Balón N° 2	g/cc	171.2	171.7	171.45
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	494.2	493.5	493.85
7	Volumen del Balón (V = 500)	cc	497.7	497.7	497.7

RESULTADOS

PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.85	2.85	2.85
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cc	2.88	2.89	2.88
PESO ESPECÍFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-(500-A)])	g/cc	2.73	2.75	2.74
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) [(500-A)/A*100]	%	1.2	1.3	1.2

OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 111803 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	---

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE	: SOFÍA ESTEFANI UGARTE CAMONES
TESIS	: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019"
UBICACIÓN	: LIMA
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	: Mezcla de agregados
Descripción	: Diseño MAC con asfalto convencional adicionando 0.5 % de hidróxido de Calcio

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	3/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100	100.0	82.6	70.6	60.8	49.3	16.5	9.0	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	80 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIOQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla								
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla								
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla								
4	% hidróxido de calcio								
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc								
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc								
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc								
8	Peso Especifico del Hidróxido de calcio (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)								
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)								
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)								
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)								
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)								
17	Peso Especifico Maximo - Rizo (ASTM D 2041)								
18	% de Vacios = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3203)								
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total								
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total								
21	Asfalto Absorbida por el Agregado								
22	% de Asfalto Efectivo								
23	Retención Polvo/Asfalto								
24	V.M.A.								
25	% Vacios llenos con C.A.								
26	Flujo 0.01"(0.25 mm)								
27	Estabilidad sin corregir (Kg)								
28	Factor de estabilidad								
29	Estabilidad Corregida 27 ° 28								
30	Estabilidad / Flujo								

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO

YESEN DUCUABARRAZA
INGENIERO CIVIL
CIP 11553

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

REFERENCIA : Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE : SOFIA ESTEFANI UGARTE CAMONES
TESIS : "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019"
UBICACIÓN : LIMA

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Diseño MAC con asfalto convencional adicionando 0.5 % de Hidróxido de Calcio

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	3/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100	100.0	82.6	70.6	66.8	49.3	16.5	9.0	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 120	67 - 85	60 - 77	49 - 51	29 - 45	14 - 25	6 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					4.5			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					37.46			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					57.50			
4	% Hidróxido de calcio					0.48			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.018			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.583			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.528			
8	Peso Especifico del Hidróxido de calcio (Aparente) gr/cc					2.100			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.627			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.610			
11	Altura promedio de la briqueta					cm			
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1212.0	1213.0	1210.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1213.0	1214.0	1211.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				677.0	673.0	674.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				536.0	511.0	537.0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.261	2.242	2.253	2.262	
17	Peso Especifico Maximo - Rizo (ASTM D 2041)					2.416			
18	% de Vacios = (17-16)/100*100 (ASTM D 2003)				6.4	7.2	6.7	6.8	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.547			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado Total					2.581			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.53			
22	% de Asfalto Efectivo					3.96			
23	Relacion Filler/Betun					1.24			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				15.2	15.9	15.5	15.5	14
25	% Vacios Interos con C.A.				57.9	54.8	56.6	56.4	
26	Flujo 0.075(0.25 mm)				14.0	13.0	14.0	13.7	8 - 14
27	Estabilidad sin corrección (Kg)				759	1588	1744		
28	Factor de estabilidad				0.93	0.93	0.93		
29	Estabilidad Corrección 27 * 28				1636	1447	1622	1668	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				4674	4453	4634	4587	1700 - 4000

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASPHALTO

YESENIA CUBA BARRAZA
INGENIERO CIVIL
CIP 176803

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE	: SOFIA ESTEFANI UGARTE CAMONES
TESIS	: "EVALUACION DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019"
UBICACION	: LIMA
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	: Mezcla de agregados
Descripción	: Diseño MAC con asfalto convencional adicionando 0.5 % de hidróxido de Calcio

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100	100.0	82.6	70.8	60.8	49.3	16.5	9.0	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	57 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.0			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					37.27			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					57.30			
4	% hidróxido de calcio					0.48			
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.018			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.583			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.528			
8	Peso Especifico del Hidróxido de calcio (Aparente) gr/cc					2.100			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.627			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.610			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1210.0	1212.0	1209.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60 (gr)				1210.0	1212.0	1209.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				679.0	675.0	675.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				531.0	533.0	530.0		
16	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.279	2.274	2.281	2.278	
17	Peso Especifico Máximo - Roca (ASTM D 2041)				2.400				
18	% de Vacíos = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 5203)				5.0	5.2	4.9	5.1	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total				2.547				
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total				2.583				
21	Asfalto Absorbido por el Agregado				0.56				
22	% de Asfalto Efectivo				4.43				
23	Relacion Filler/Beban				1.36				
24	V.M.A.				15.0	15.1	14.9	15.0	
25	% Vacíos llenos con C.A.				66.3	65.4	66.8	66.2	
26	Flujo 0.075(0.25 mm)				14.0	14.0	15.0	14.3	
27	Estabilidad sin correjir (Kg)				1837	1839	1828		
28	Factor de estabilidad				0.96	0.96	0.96		
29	Estabilidad Correjida 27 * 28				1764	1765	1755	1761	
30	Estabilidad / Flujo				5038	5044	4980	4921	
								1700 - 4000	

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESICA CUELLAR BARRAZA
INGENIERO CIVIL
CIP: 115503

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

REFERENCIA : Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE : SOFIA ESTEFANI UGARTE CAMONES
TESIS : "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019"
UBICACIÓN : LIMA

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Diseño MAC con asfalto convencional adicionando 0.5 % de hidróxido de Calcio

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAM CEB ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100	100.0	82.6	70.6	60.8	49.3	16.5	9.0	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	28 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIGUETA N°					1	2	3	FROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla								
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla								
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla								
4	% Hidróxido de calcio								
5	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc								
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc								
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc								
8	Peso Especifico del Hidróxido de calcio (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)								
13	Peso de la briqueta al agua por 60" (gr)								
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)								
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)								
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)								
17	Peso Especifico Máximo - Picos (ASTM D 2041)								
18	% de Vacíos = (17-16)/(100/17) (ASTM D 3203)								
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total								
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total								
21	Asfalto Absorbido por el Agregado								
22	% de Asfalto Efectivo								
23	Relación Filler/Betun								
24	V.M.A.								
25	% Vacíos llenos con C.A.								
26	Flujo 0.075 (0.25 mm)								
27	Estabilidad sin corregir (Kg)								
28	Factor de estabilidad								
29	Estabilidad Corregida 27 ° 28								
30	Estabilidad / Flujo								

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESICA SUEVA BARRAZA
INGENIERO CIVIL
CHR. 143003

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

REFERENCIA : Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE : SOFIA ESTEFANI UGARTE CAMONES
TESIS : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019*
UBICACIÓN : LIMA

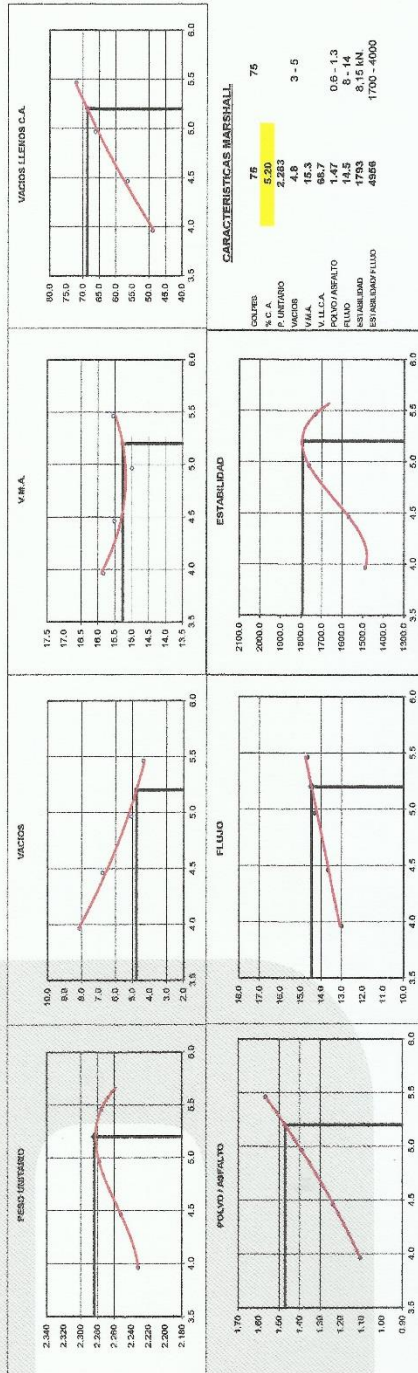
INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)					
MUESTRA Nº	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	3317.0	3317.0	3317.0	3317.0	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	8067.0	8067.0	8067.0	8067.0	
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	7668.0	7664.0	7659.0	7655.0	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8780.0	8779.0	8778.0	8773.0	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1212.0	1215.0	1219.0	1218.0	
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	489.0	503.0	508.0	512.0	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.428	2.416	2.400	2.379	
CONTENIDO % C.A.	4.00	4.50	5.00	5.50	

Observaciones :

MTL GEOTECNIA SAC
 SUELOS CONCRETO ASFALTO
 YESSENIA CUEVA BARRAZA
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 115903

**DETERMINACIÓN DEL ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO
 CURVAS DE ENERGÍA DE COMPACTACIÓN CONSTANTE**

REFERENCIA : Ensayo en laboratorio
 SOLICITANTE : SOFÍA ESTEFANI UGARTZ CAMONES
 TESIS : OPTIMIZACIÓN DE LA RENDIMIENTO Y DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON
 EL USO DE CEMENTO EN EL HÍDRÓXIDO DE CALCIO, LIMA-2019
 UBICACIÓN : LIMA



CARACTERÍSTICAS MARSHALL

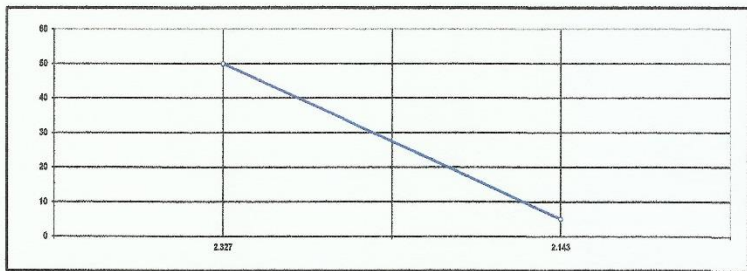
COEFIC	76
M.C.A.	5.20
P. UNITARIO	2.283
WATER	4.8
V.V.C.A.	65.3
POVO/ASFALTO	1.47
FLUJO	14.5
ESTABILIDAD	1793
ESTABILIDAD/FLUJO	4956
	75
	3 - 5
	0.6 - 1.3
	8 - 14
	1700 - 4000

MTL GEOTECNIA S.A.C.
 SUELOS CONCRETO ASFÁLTICO
 YESSICA CUEVA TORRES
 INGENIERA CIVIL
 CIP: 11803

INFORME DE ENSAYO ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE	: SOFIA ESTEFANI LUGARTE CAMONES
TESIS	: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2018"
UBICACIÓN	: LIMA

ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD



	01	02	03	04
Nº de Muestras				
Nº de Copas Muestreo	30	30	5	5
1. Peso Biquete al Aire	1293.0	1292.1	1296.6	1284.9
2. Peso Biquete Saturado Superficie	1299.9	1297.2	1298.5	1293.8
3. Peso por Desplazamiento	718.4	722.9	884.5	882.9
4. Volumen de la Biquete	540.5	537.3	956.0	896.8
5. Peso Unitario (Grav)	2.318	2.355	2.148	2.139
PROMEDIOS		2.327		2.143

2.327	2.143
50	5

1
0.184
08/01/2018 - 08/20/18

IC =	5.44
------	------



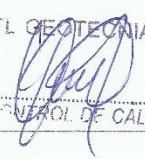
MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO
[Signature]
YESSICA QUEVEDO SARRAZA
INGENIERO CIVIL
CIP. 118046

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA CONSERVADA (AASHTO T283)

REFERENCIA : Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE : SOFIA ESTAFANI UGARTE CAMONES
TESIS : "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019"
UBICACIÓN : LIMA

RESISTENCIA CONSERVADA (AASHTO T283)

N° DE PROBETAS	Grupo seco			Grupo húmedo		
	01	02	Promedio	04	05	06
1	19,16	10,17		18,15	18,15	
2	6,69	6,71		6,70	6,71	
3	5,20	5,20		5,20	5,20	
4	1213,0	1210,0		1211,0	1208,0	
5	1215,0	1213,0		1214,0	1212,0	
6	675,0	672,0		674,0	672,0	
7	540,0	541,0		540,0	540,0	
8	2,246	2,237		2,243	2,239	
9	6,4	6,8		6,5	6,7	
10	266	276		218	213	
11	0,93	0,93		0,93	0,93	
12	288	259		203	198	
13	2,5	2,4	2,5			
14	76	77	76			
16	277					
18				220		
17				78		

Elaborado por: 	Revisado por: MTL GEOTECNIA SAC SUELOS DE CONCRETO ASFALTO  YESSENIA ZUBARRAZA INGENIERO CIVIL	Aprobado por: MTL GEOTECNIA SAC  CONTROL DE CALIDAD
---	--	---

DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO

REFERENCIA : Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE : SOFÍA ESTAFANI UGARTE CAMONES
TESIS : "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019"
UBICACIÓN : LIMA

1.- Mezcla de agregados (Dosificación)

Agregado grava triturada TMN 1/2" : Cantera "Cristopher" Camión : 38.0 %
 Agregado arena zarandeada : Cantera "Cristopher Camión" : 62.0 %
 Filler : : 0.0 %
 Gradación : : MAC-2 "Especificación Técnica MTC EG -2013 sección (423)"

2.- Ligante asfáltico

Tipo de asfalto : PEN 60 / 70
 % óptimo de asfalto residual : 5.2 %

3.- Características marshall modificado

Parámetros de diseño		-0.2 %	% Óptimo	+0.2%	Especificación EG 2013
GOLPES	N°		75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO	%	5.0	5.2	5.4	
PESO UNITARIO	kg/m ³	2,280	2,283	2,280	
VACIOS	%	8.2	4.8	4.4	3 - 5
V.M.A.	%	15.2	15.3	15.4	
V.L.L.C.A.	%	65.8	66.7	71.4	
ROLVO / ASFALTO	%	1.4	1.5	1.5	0.6 - 1.3
FLUJO	mm	14.2	14.5	14.7	8 - 14
ESTABILIDAD	NN	17.7	17.9	17.6	8.15
ESTABILIDAD FLUJO	kg/cm	4967.5	4956.3	4777.7	1700 - 4000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Mpa		2.6		2.1
RESISTENCIA RETENIDA	%		78		75
RESISTENCIA CONSERVADA	%		79		80

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CARRERA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP 10803	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD



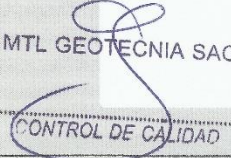
INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE	: SOFIA ESTEFANI UGARTE CAMONES
TESIS	: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2018"
UBICACIÓN	: LIMA

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	: Mezcla de agregados
Descripción	: % Óptimo de Asfalto convencional adicionando 1.0 % de hidróxido de Calcio


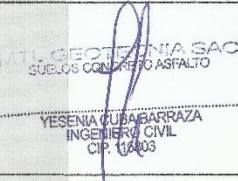
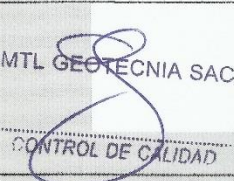
MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	82.5	70.6	60.8	49.3	15.5	9.0	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 23	8 - 17	4 - 8
BRIOQUETA N°					1	2	3	PRONEDIO	ESPECF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.20			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					37.17			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					56.68			
4	% Hidróxido de calcio					0.85			
6	Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc					1.018			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.583			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.526			
8	Peso Especifico del Hidróxido de calcio (Aparente) gr/cc					2.100			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.627			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.610			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1212.0	1202.0	1206.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1212.0	1202.0	1206.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				681.0	676.0	678.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				531.0	526.0	527.0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.282	2.285	2.288	2.285	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.400			
18	% de Vacios = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3303)				4.9	4.8	4.7	4.8	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.544			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.594			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.76			
22	% de Asfalto Efectivo					4.48			
23	Relación Filler/Beton					1.40			0.6 - 1.3
24	N.M.A.				14.9	14.8	14.7	14.8	14
25	% Vacios llenos con C.A.				67.1	67.7	68.3	67.7	
26	Flujo (0.075 mm)				14.0	14.0	13.0	13.7	8 - 14
27	Estabilidad sin correjido (Kg)				1898	1878	1884		
28	Factor de estabilidad				0.96	0.96	0.96		
29	Estabilidad Correjido 27 * 28				1880	1899	1885	1888	MIN 615
30	Estabilidad / Flujo				5371	5425	5801	5532	1700 - 4000

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

REFERENCIA	: Ensayo en laboratorio									
SOLICITANTE	: SOFIA ESTEFANI UGARTE CAMONES									
TESIS	: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019"									
UBICACIÓN	: LIMA									
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)									
Identificación	: Mezcla de agregados									
Descripción	: % Óptimo de Asfalto convencional adicionando 1.5 % de hidróxido de Calcio									
MARSHALL (ASTM D1559)										
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
% PASA MATERIA.	100.0	100.0	82.6	70.6	60.8	49.3	16.5	9.0	3.2	
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8	
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla									
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla									
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla									
4	% Hidróxido de calcio									
5	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc									
6	Peso Específico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc									
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc									
8	Peso Específico del Hidróxido de calcio (Aparente) gr/cc									
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc									
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc									
11	Altura promedio de la briqueta cm									
12	Peso de la briqueta al aire (gr)									
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)									
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)									
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)									
16	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)									
17	Peso Específico Máximo - Rice (ASTM D 2041)									
18	% de Vacíos = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3303)									
19	Peso Específico Bulk Agregado Total									
20	Peso Específico Efectivo Agregado total									
21	Asfalto Absorbido por el Agregado									
22	% de Asfalto Efectivo									
23	Relación Aire/Betun									
24	V.M.A.									
25	% Vacíos libres con C.A.									
26	Flujo 0.075(0.30 mm)									
27	Estabilidad sin corregir (Kg)									
28	Factor de estabilidad									
29	Estabilidad Corregida 27 * 28									
30	Estabilidad / Flujo									

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

REFERENCIA : Ensayo en laboratorio
SOLICITANTE : SOFIA ESTAFANI UGARTE CAMONES
TESIS : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDRÓXIDO DE CALCIO, LIMA-2019
UBICACIÓN : LIMA

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : % Óptimo de Asfalto convencional adicionando 2.0 % de hidróxido de Calcio

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1659)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 60	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	82.6	75.6	60.8	46.7	16.5	9.0	3.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 9
BRQUETA 1"					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla				5.20				
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla				57.17				
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla				55.73				
4	% Hidróxido de calcio				1.90				
5	Peso Específico Aparente del C.A./Aparente gr/cc				1.018				
6	Peso Específico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc				2.583				
7	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc				2.528				
8	Peso Específico del Hidróxido de calcio (Aparente) gr/cc				2.100				
9	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc				2.627				
10	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc				2.610				
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1207.0	1206.0	1209.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1207.0	1206.0	1209.0		
14	Peso de la briqueta desplazado (gr)				677.0	678.0	679.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				530.0	528.0	530.0		
16	Peso específico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.277	2.281	2.281	2.281	
17	Peso Específico Máximo - Rice (ASTM D 2041)				2.373				
18	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				4.0	3.7	3.9	3.9	3 - 5
19	Peso Específico Bulk Agregado Total				2.539				
20	Peso Específico Efectivo Agregado total				2.539				
21	Asfalto Absorbido por el Agregado				0.32				
22	% de Asfalto Efectivo				4.90				
23	Retención Filler/Betón				1.53				0.6 - 1.3
24	V.M.A.				15.0	14.7	14.0	14.0	14
25	% Vacíos (tenor con C.A.)				73.2	74.7	74.0	74.0	
26	Rufo 0.075(0.25 mm)				12.0	12.0	13.0	12.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1117	1132	1142		
28	Factor de estabilidad				0.96	0.96	0.96		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1072	1087	1096	1085	MIN 815
30	Estabilidad / Rufo				3574	3622	3373	3523	1700 - 4000

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YERENA CUBA BARRAZA
INGENIERO CIVIL
CIP 176502

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

REFERENCIA SOLICITANTE TESIS
: Ensayo en laboratorio
: SOFIA ESTAFANI UGARTE CAMONES
: "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019"

UBICACION
: LIMA

Tipo de muestra identificación Descripción
: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
: Mezcla de agregados
: % Óptimo de Asfalto convencional adicionando hidróxido de calcio.

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

MUESTRA N°	01	02	03	04	05
1- PESO DEL FRASCO	6047.0	6047.0	6047.0		
2- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	8190.0	8190.0	8190.0		
3- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	7688.0	7682.0	7680.0		
4- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8893.0	8896.0	8890.0		
5- PESO NETO DE LA MUESTRA	1266.0	1213.0	1210.0		
6- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	502.0	508.0	510.0		
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.400	2.388	2.373		
CONTENIDO % C.A.	5.2 Anf. + 1.0 Ca(OH) ₂	5.2 Anf. + 1.5 Ca(OH) ₂	5.2 Anf. + 2.0 Ca(OH) ₂		

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO
[Firma]
YESMINA CUBA BARRAZA
INGENIERO CIVIL
CIP. 115803

COMPARATIVO DE RESULTADOS VARIANDO EL % DE HIDRÓXIDO DE CALCIO EN LA MEZCLA ASFÁLTICA
 GRÁFICOS DE BARRAS

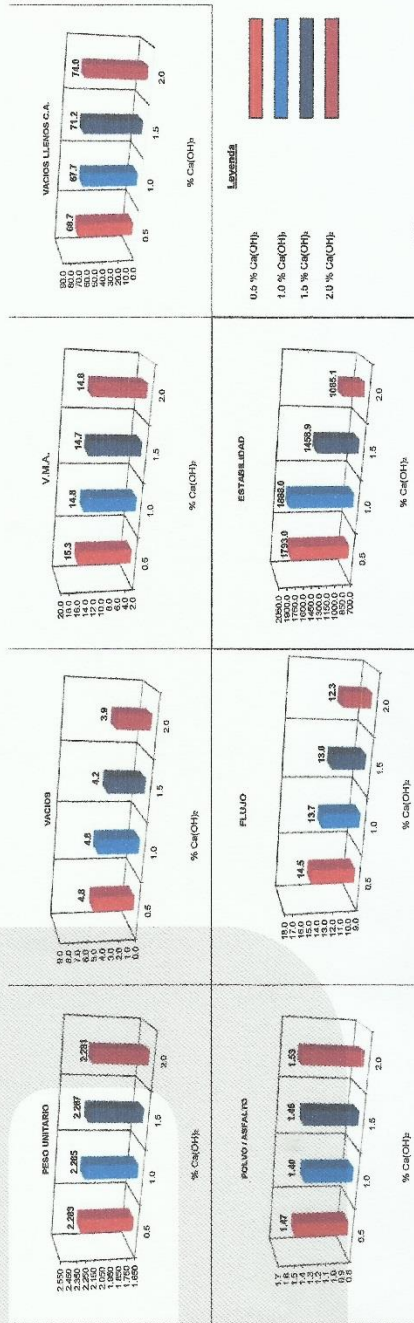
REFERENCIA
 SOLICITANTE
 TESIS

Ensayo en laboratorio
 : SOFÍA ESTAPANI UGARTE CAMONES
 : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL
 HIDRÓXIDO DE CALCIO, LIMA-2019
 : LIMA

UBICACIÓN
 Tipo de muestra
 Identificación
 Descripción

: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 : Mezcla de segregada
 : % Óptimo de asfalto convencional adicionando hidróxido de calcio.

COMPARATIVO DE RESULTADOS VARIANDO EL % DE HIDRÓXIDO DE CALCIO EN LA MEZCLA ASFÁLTICA
 GRÁFICOS DE BARRAS



MTL GEOTECNIA SAC
 SUELOS CONCRETO ASFALTO
 YERREMO DE LA CAJAZA
 INGENIEROS CIVILES
 S.R.L.

**COMPARATIVO DE RESULTADOS UTILIZANDO DIFERENTES PORCENTAJES DE HIDRÓXIDO DE CALCIO
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO**

**REFERENCIA
SOLICITANTE
TESIS
UBICACION**

**Ensayo en laboratorio
SOFIA ESTEFANI UGARTE CAMONES
"EVALUACION DE LA RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON EL
HIDROXIDO DE CALCIO, LIMA-2019"
LIMA**

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Mezcla de agregados
Descripción : Mezcla asfáltica en caliente adicionando diferentes porcentajes de hidróxido de calcio.

**COMPARATIVO DE RESULTADOS UTILIZANDO DIFERENTES PORCENTAJES DE HIDRÓXIDO DE CALCIO
MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO**

(RESUMEN)

1.- Mezcla de agregados (Dosificación)

Agregado grava triturada TMN (Cantera "CRISTOPHER")	38	38	38	38
Agregado arena zarandeada (Cantera "CRISTOPHER")	61.5	61	60.5	60
Filler (Hidróxido de calcio)	0.5	1	1.5	2
Gradación	MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)" Especificación Técnica MTC - E.G. - 2014			

2.- Ligante asfáltico

Tipo de asfalto	PEN 60 / 70
% óptimo de asfalto residual	5.2
Mejorador de Adherencia	

3.- Características marshall modificado

Parámetros de diseño					Especificación EG 2013
HIDRÓXIDO DE CALCIO %	0.5	1	1.5	2	
CEMENTO ASFÁLTICO %	5.2	5.2	5.2	5.2	
PESO UNITARIO kg/m ³	2.2834846	2.28560675	2.28654	2.28098	
VACIOS %	4.769848	4.792443236	4.2407	3.86456	3 - 5
V.M.A. %	15.2698	14.84079675	14.7096	14.8341	14
V. LL.C.A. %	68.661832	67.7105999	71.1794	73.9524	
POLVO / ASFALTO %	1.471924	1.402214161	1.48015	1.53379	0.6 - 1.3
FLUJO mm	14.48726	13.6686667	13	12.3333	8 - 14
ESTABILIDAD kN	17.9260448	18.88	14.5888	10.8512	8.15
ESTABILIDAD/ FLUJO kg/cm	4866.308806	5525.853859	4488.86	3519.31	1700 - 4000

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS, CONCRETO ASFALTO

YESSICA CUBA BARRAZA
INGENIERO CIVIL
D.C. 13663

Certificado de Calidad y Calibración

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

TEST & CONTROL S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Calle Condesa de Lemos N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019

Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023

ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cedula N° : 230-2019-INACAL/DA

Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA

Registro N° : LC-016

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 02



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 1502 - 2019

PROFORMA : 0712A

Fecha de emisión : 2019 - 04 - 26

Página : 1 de 5

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal. La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos, Lima - Lima - San Martin De Porres

EQUIPO : HORNO
Marca : GEMMY INDUSTRIAL CORP
Modelo : YCO-010
N° de Serie : 510847
Tipo de Ventilación : Turbulencia
Procedencia : No Indica
Identificación : No Indica
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMÓMETRO DIGITAL
Marca : No Indica
Alcance : No Indica
Resolución : 0,1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL
Marca : No Indica
Alcance : No Indica
Resolución : 0,1 °C
Fecha de Calibración : 2019 - 04 - 25
Ubicación^[6] : LABORATORIO DE SUELOS

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isoterms con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,4 °C	21,6 °C
Humedad Relativa	59,0 %	57,9 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,007 °C DM - INACAL	Termómetro Digital -200 °C a 400 °C	LT-247-2018

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 5 °C	110	20 min	20 min	60 %	Recipiente metálico con muestra.

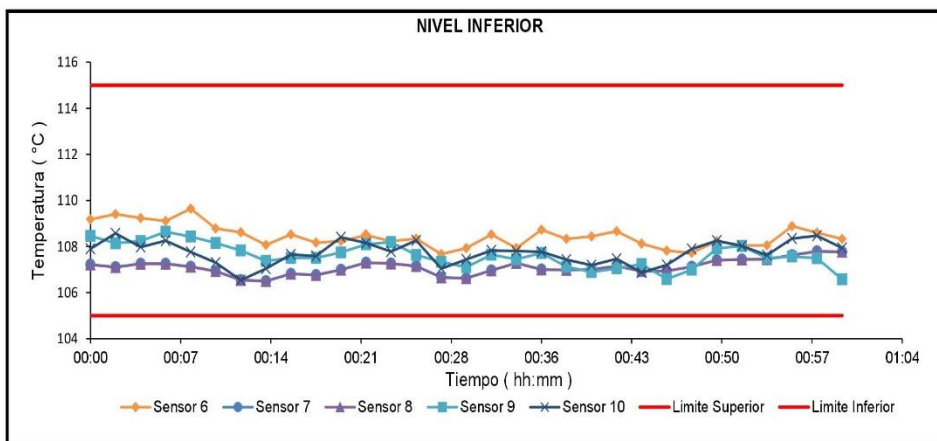
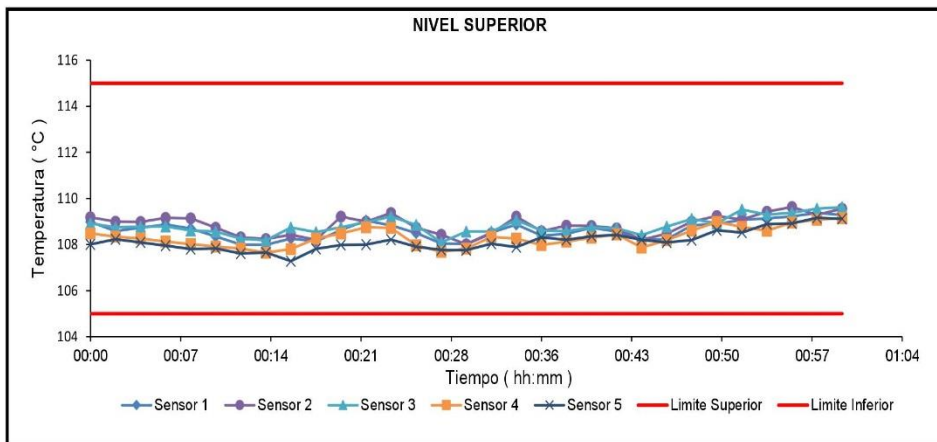
Tiempo (hh:mm)	Termómetro Horno (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T _{prom} ^[1] (°C)	T _{max} - T _{min} (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110,0	109,0	109,2	108,9	108,5	108,0	109,2	107,2	107,2	108,5	107,9	108,4	6,7
0:02	110,0	108,6	109,0	108,8	108,3	108,2	109,4	107,1	107,1	108,1	108,6	108,3	6,9
0:04	110,0	108,7	109,0	108,8	108,3	108,1	109,2	107,3	107,3	108,2	108,0	108,3	6,6
0:06	110,0	108,9	109,2	108,8	108,1	108,0	109,1	107,3	107,3	108,6	108,3	108,3	6,4
0:08	110,0	108,7	109,1	108,6	108,0	107,8	109,6	107,1	107,1	108,4	107,8	108,2	7,3
0:10	110,0	108,4	108,7	108,6	107,9	107,8	108,8	106,9	106,9	108,2	107,3	107,9	6,8
0:12	110,0	108,0	108,3	108,3	107,8	107,6	108,6	106,6	106,6	107,8	106,5	107,6	6,8
0:14	110,0	108,0	108,2	108,2	107,7	107,7	108,1	106,5	106,5	107,4	107,0	107,5	6,5
0:16	110,0	108,3	108,4	108,7	107,8	107,3	108,5	106,8	106,8	107,5	107,7	107,8	6,5
0:18	110,0	108,1	108,2	108,5	108,3	107,8	108,2	106,8	106,8	107,5	107,6	107,8	6,1
0:20	110,0	108,6	109,2	108,8	108,5	108,0	108,2	107,0	107,0	107,7	108,4	108,1	5,9
0:22	110,0	109,0	109,0	109,0	108,8	108,0	108,5	107,3	107,3	108,1	108,2	108,3	6,1
0:24	110,0	108,8	109,4	109,2	108,7	108,2	108,2	107,3	107,3	108,2	107,8	108,3	5,9
0:26	110,0	108,5	108,7	108,9	108,0	107,9	108,3	107,2	107,2	107,6	108,3	108,0	6,0
0:28	110,0	108,1	108,4	108,1	107,7	107,8	107,7	106,7	106,7	107,3	107,0	107,5	6,0
0:30	110,0	108,0	108,0	108,6	107,8	107,8	107,9	106,6	106,6	107,1	107,4	107,6	6,1
0:32	110,0	108,5	108,5	108,6	108,3	108,0	108,5	107,0	107,0	107,6	107,8	108,0	6,3
0:34	110,0	108,9	109,2	109,1	108,3	107,9	107,9	107,3	107,3	107,5	107,8	108,1	5,9
0:36	110,0	108,4	108,6	108,6	108,0	108,3	108,7	107,0	107,0	107,7	107,8	108,0	6,6
0:38	110,0	108,5	108,8	108,6	108,1	108,2	108,3	107,0	107,0	107,1	107,4	107,9	6,5
0:40	110,0	108,7	108,8	108,7	108,3	108,4	108,4	107,0	107,0	106,9	107,2	107,9	6,5
0:42	110,0	108,6	108,7	108,7	108,4	108,4	108,7	107,2	107,2	107,1	107,5	108,0	6,5
0:44	110,0	108,2	108,2	108,4	107,9	108,2	108,1	106,9	106,9	107,2	106,9	107,7	6,3
0:46	110,0	108,2	108,5	108,8	108,2	108,1	107,8	106,9	106,9	106,6	107,2	107,7	5,9
0:48	110,0	108,8	109,0	109,1	108,6	108,2	107,7	107,1	107,1	107,0	107,9	108,1	5,7
0:50	110,0	108,9	109,2	108,9	109,0	108,6	108,2	107,4	107,4	107,9	108,3	108,4	5,8
0:52	110,0	109,1	109,1	109,5	108,8	108,5	108,0	107,4	107,4	108,0	108,0	108,4	5,7
0:54	110,0	109,1	109,4	109,3	108,6	108,9	108,1	107,5	107,5	107,5	107,6	108,3	5,8
0:56	110,0	109,2	109,6	109,4	109,0	108,9	108,9	107,6	107,6	107,6	108,4	108,6	6,3
0:58	110,0	109,4	109,3	109,6	109,1	109,2	108,6	107,8	107,8	107,5	108,5	108,7	5,8
1:00	110,0	109,3	109,6	109,6	109,2	109,1	108,3	107,8	107,8	106,6	107,9	108,5	5,6
T. PROM ^[1]	110,0	108,6	108,9	108,8	108,3	108,2	108,5	107,1	107,1	107,6	107,7		
T. MAX ^[3]	110,0	109,4	109,6	109,6	109,2	109,2	109,6	107,8	107,8	108,6	108,6		
T. MIN ^[4]	110,0	108,0	108,0	108,1	107,7	107,3	107,7	106,5	106,5	106,6	106,5		
DTT ^[5]	0,0	1,4	1,6	1,5	1,5	1,9	2,0	1,3	1,3	2,1	2,0		



RESULTADOS DE MEDICIÓN

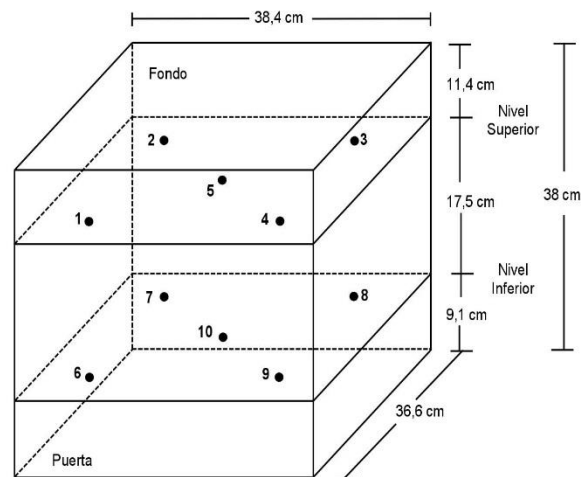
Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	109,6	0,6
Mínima Temperatura Medida	106,5	0,4
Desviación Temperatura en el Tiempo	2,1	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	1,8	0,2
Estabilidad Medida (±)	1,03	0,04
Uniformidad Medida	7,3	0,4

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES



Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma CUMPLE con los limites especificados de temperatura

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 0 cm por encima de la parrilla superior.

Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 3,84 cm de las paredes laterales y a 36,6 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO





Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

Certificado : TC - 1502 - 2019

Página : 5 de 5

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta con el número de certificado.

[1] T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

[2] T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

[3] Tmax: Temperatura máxima.

[4] Tmin: Temperatura mínima.

[5] DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

[6] Dato proporcionado por el cliente

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isotermo: 0,1 °C

La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 1505 - 2019

PROFORMA : 0712A

Fecha de emisión : 2019 - 04 - 25

Página : 1 de 3

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martin De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **BALANZA**
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : SARTORIUS
Modelo : LC2201S
N° de Serie : 50310007
Capacidad Máxima : 2200 g
División de Escala (d) : 0,01 g
División de Verificación (e) : 0,01 g
Clase de Exactitud^[1] : I
Capacidad Mínima^[1] : 1 g
Procedencia : ALEMANIA
Identificación : No Indica
Intervalo de ΔT Local : 18 °C hasta 30 °C
Fecha de Calibración : 2019 - 04 - 24
Ubicación : LABORATORIO DE SUELOS

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

PGC-16-r08/Octubre 2017/Rev.01

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

Certificado : TC - 1505 - 2019

Página : 2 de 3

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud E2 LO JUSTO S.A.C.	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-119-2018
Pesa 2 kg Clase de Exactitud E1	Pesa 2 kg Clase de Exactitud F1	LM-330-2018

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene	Dispositivo Indicador Auxiliar	No Tiene

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	26,10 °C	26,30 °C
Humedad Relativa	69,46 %	69,46 %

Medición N°	Carga (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,00	1 100,01	4	11	1	2 200,00	2 200,00	4	1
2		1 100,00	4	1	2		2 200,00	4	1
3		1 100,00	5	0	3		2 200,01	5	10
4		1 100,00	5	0	4		2 200,00	4	1
5		1 100,00	4	1	5		2 200,00	4	1
6		1 100,01	4	11	6		2 200,00	5	0
7		1 100,01	4	11	7		2 200,01	5	10
8		1 100,00	5	0	8		2 200,00	5	0
9		1 100,01	4	11	9		2 200,01	5	10
10		1 100,00	4	1	10		2 200,00	4	1
E _{máx} - E _{mín}				11 mg	E _{máx} - E _{mín}				10 mg
error máximo permitido				± 20 mg	error máximo permitido				± 30 mg

PGC-16-r08/Octubre 2017/Rev.01

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

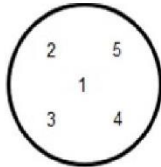
PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

Certificado : TC - 1505 - 2019
Página : 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	26,30 °C	26,41 °C
Humedad Relativa	68,26 %	69,46 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±mg)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)		Ec (mg)
1	0,10	0,10	4	1	700,00	700,00	4	1	0	20
2		0,10	4	1		700,00	4	1	0	
3		0,10	4	1		700,01	4	11	10	
4		0,10	4	1		700,00	5	0	-1	
5		0,10	4	1		700,01	5	10	9	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	26,30 °C	26,41 °C
Humedad Relativa	68,26 %	68,26 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,10	0,10	5	0						
1,00	1,00	5	0	0	1,00	5	0	0	10
10,00	10,00	5	0	0	10,00	5	0	0	10
100,00	100,00	5	0	0	100,00	5	0	0	10
500,00	500,00	5	0	0	500,00	5	0	0	10
700,00	700,00	5	0	0	700,00	6	-1	-1	20
900,00	900,00	5	0	0	900,00	6	-1	-1	20
1 100,00	1 100,01	6	9	9	1 100,01	6	9	9	20
1 500,00	1 500,01	6	9	9	1 500,01	6	9	9	20
2 000,00	2 000,00	6	-1	-1	2 000,00	6	-1	-1	20
2 200,00	2 200,01	6	9	9	2 200,01	5	10	10	30

Donde: I : Indicación de la balanza ΔL : Carga adicional Eo : Error en cero
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración E : Error del instrumento Ec : Error corregido

Lectura Corregida : $R_{\text{corregida}} = R - 2,98 \times 10^{-6} \times R$
 Incertidumbre de Medición : $U_R = 2 \times \sqrt{4,63 \times 10^{-6} \text{ g}^2 + 1,22 \times 10^{-9} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

[1] Calculada según la NMP 003-2009

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

PGC-16-r08/Octubre 2017/Rev.01

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CERTIFICADO N° 014-17 BM

CALIBRACIÓN DE CONSERVADOR BAÑO MARIA

SOLICITANTE: CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.

EQUIPO:

Marca : HUMBOLDT
Modelo : H-1390
Procedencia : U.S.A.
Cámara : 30 lt.
SERIE : CASA1273-11092
Punto de Operación : 60 °C
Punto de Operación : 25 °C

FECHA:

Huachipa, 20 de Octubre del 2017.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.


Luis Taboada Palacios
Mg. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

1. CLIENTE CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.

Dirección La Calibración se efectuó en Cañete.

2. EQUIPO : **Conservador Baño Maria.**

Marca : Humboldt
 Modelo : H-1390
 Procedencia : USA
 Cámara : 30 lt
 Punto de Operación : 60 °C
 Punto de Operación : 25 °C

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

 Ing. Luis Taboada Pclacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 56551

2.1 INDICADOR : **TERMOSTATO**

Alcance : 0°C a 200°C
 División de escala : 1 °C

2.2 SENSOR : **TIPO Termostato**

Alcance : 0°C a 200°C
 División de escala : 1 °C

3. METODO DE CALIBRACIÓN.

- SNM – PC-007 – Procedimiento de Calibración de Estufas e Incubadoras. INACAL.

4. PATRÓN DE CALIBRACIÓN.

- Calibrador de Temperatura: Marca MMC, Mod. SESAME, N/S 12180. (5 sensores) con termocuplas Tipo "T"
- Calibrador de Temperatura: Marca MMC, Mod. SESAME, N/S 12020. (5 sensores). Con termocuplas Tipo "T".
- Patrón de calibración: Marca AA PRECISION, N/S TO-001
Informe de calibración de INACAL N° LT-093-2017

5. RESULTADOS

5.1 CONDICIONES AMBIENTALES.

- Temperatura : 22.4°C
 - Humedad Relativa : 80%
 - Presión Atmosférica : 101.40 mbar.

5.2 INSPECCION VISUAL.

- El equipo se encuentra en buen estado de conservación (usado).

5.3 CONTROL DE DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA.

- En función del tamaño de la cámara del equipo se han instalado 10 sensores (Termocuplas) distribuidos de acuerdo a los esquemas indicados en las Páginas siguientes.
- Los valores de temperatura expresados en el ensayo corresponde a los valores alcanzados luego de haber estabilizado la temperatura dentro de la cámara. Los datos de los ensayos ejecutados, así como las curvas correspondientes a los 10 sensores utilizados, se detallan en las páginas siguientes.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Antes de utilizar este equipo, verificar que los resultados del presente certificados, correspondan con los requisitos establecidos en los ensayos a ejecutar.
- La periodicidad de las calibraciones esta en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo.

ENSAYOS:

- Control de la distribución de la temperatura:

Ensayo para un valor esperado de: 60 °C

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C					T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5		
0:00	53	60,1	60,4	60,3	60,2	60,6	60,3	0,5
0:02	53	60,2	60,3	60,2	60,2	60,6	60,3	0,4
0:04	53	60,1	60,3	60,3	60,3	60,5	60,3	0,4
0:06	53	60,0	60,4	60,2	60,1	60,6	60,3	0,6
0:08	53	60,2	60,6	60,3	60,1	60,4	60,3	0,5
0:10	53	60,2	60,5	60,4	60,1	60,6	60,4	0,5
0:12	53	60,3	60,4	60,1	60,3	60,3	60,3	0,3
0:14	53	60,2	60,5	60,2	60,3	60,9	60,4	0,7
0:16	53	60,3	60,4	60,2	60,3	60,9	60,4	0,7
0:18	53	60,1	60,5	60,2	60,2	60,7	60,3	0,6
0:20	53	60,3	60,6	60,5	60,0	60,9	60,5	0,9
0:22	53	60,4	60,3	60,6	60,2	60,9	60,5	0,7
0:24	53	60,2	60,6	60,3	60,4	61,0	60,5	0,8
0:26	53	60,3	60,6	60,1	60,3	60,7	60,4	0,6
0:28	53	60,0	60,3	59,9	60,1	60,6	60,2	0,7
0:30	53	60,4	60,5	60,1	60,1	60,6	60,3	0,5
0:32	53	60,1	60,5	60,3	60,1	60,5	60,3	0,4
0:34	53	60,1	60,3	60,1	60,0	60,4	60,2	0,4
0:36	53	60,1	60,4	60,0	60,4	60,6	60,3	0,6
0:38	53	59,9	60,3	60,1	60,6	60,7	60,3	0,8
0:40	53	60,0	60,4	59,8	60,6	60,9	60,3	1,1
0:42	53	60,2	60,7	60,2	60,7	61,1	60,6	0,9
0:44	53	60,2	60,6	60,0	60,3	61,1	60,4	1,1
0:46	53	60,0	60,1	60,0	60,2	60,6	60,2	0,6
0:48	53	60,2	60,4	60,3	60,2	60,8	60,4	0,6
0:50	53	60,4	60,3	60,2	60,3	60,8	60,4	0,6
T. PROM.	53,0	60,2	60,4	60,2	60,3	60,7	60,4	
T. MAX.	53,0	60,4	60,7	60,6	60,7	61,1		
T. MIN.	53,0	59,9	60,1	59,8	60,0	60,3		

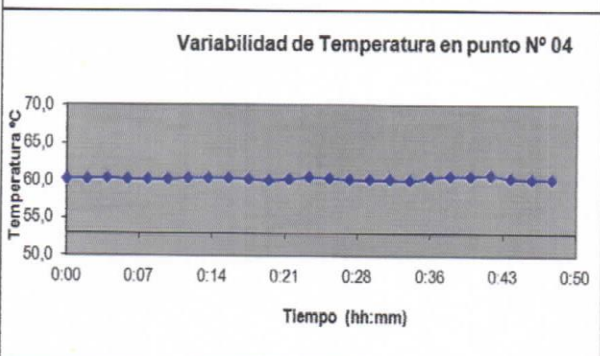
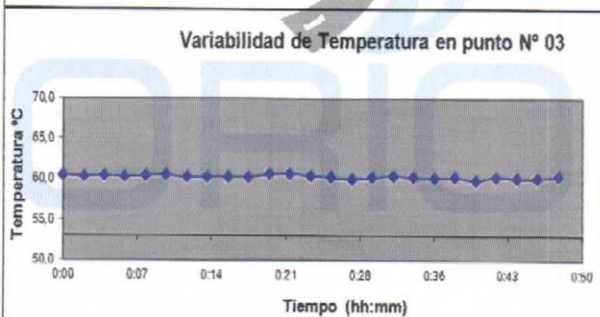
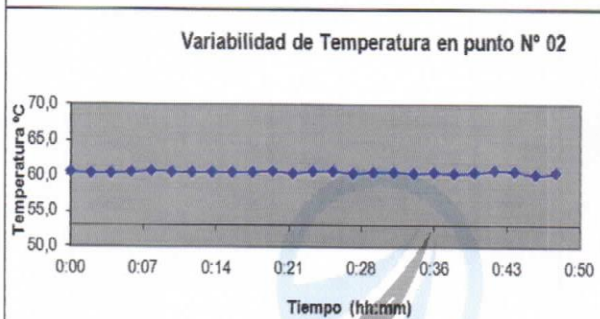
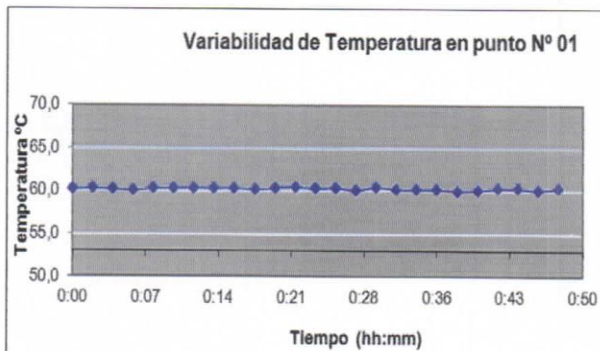
NOMENCLATURA:

- T .Prom. Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
Tmax – Tmin Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
T. PROM Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
T. MAX La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
T. MIN La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

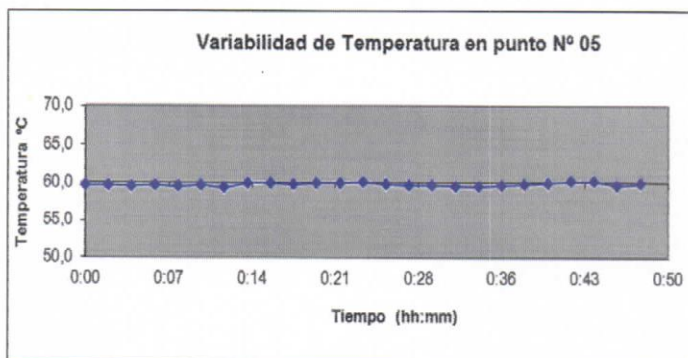
Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto
GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 60 °C



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios

GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 60 °C



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Páccios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551


2. Control de la distribución de la temperatura:

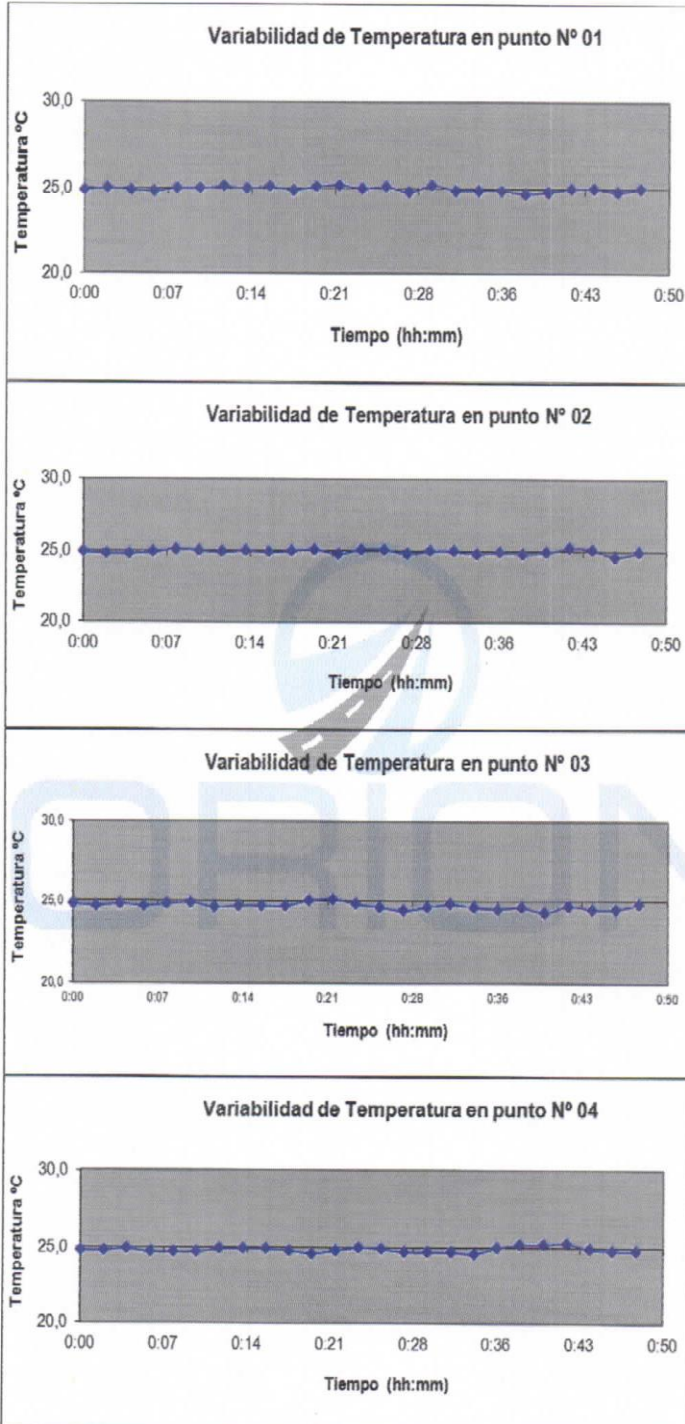
Ensayo para un valor esperado de: 25 °C

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C					T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5		
0:00	25	24,9	24,9	24,8	24,8	25,1	24,9	0,3
0:02	25	25,0	24,8	24,7	24,8	25,1	24,9	0,4
0:04	25	24,9	24,8	24,8	24,9	25,0	24,9	0,2
0:06	25	24,8	24,9	24,7	24,7	25,1	24,8	0,4
0:08	25	25,0	25,1	24,8	24,7	24,9	24,9	0,4
0:10	25	25,0	25,0	24,9	24,7	25,1	24,9	0,4
0:12	25	25,1	24,9	24,6	24,9	24,8	24,9	0,5
0:14	25	25,0	25,0	24,7	24,9	25,4	25,0	0,7
0:16	25	25,1	24,9	24,7	24,9	25,4	25,0	0,7
0:18	25	24,9	25,0	24,7	24,8	25,2	24,9	0,5
0:20	25	25,1	25,1	25,0	24,6	25,4	25,0	0,8
0:22	25	25,2	24,8	25,1	24,8	25,4	25,1	0,6
0:24	25	25,0	25,1	24,8	25,0	25,5	25,1	0,7
0:26	25	25,1	25,1	24,6	24,9	25,2	25,0	0,6
0:28	25	24,8	24,8	24,4	24,7	25,1	24,8	0,7
0:30	25	25,2	25,0	24,6	24,7	25,1	24,9	0,6
0:32	25	24,9	25,0	24,8	24,7	25,0	24,9	0,3
0:34	25	24,9	24,8	24,6	24,6	24,9	24,8	0,3
0:36	25	24,9	24,9	24,5	25,0	25,1	24,9	0,6
0:38	25	24,7	24,8	24,6	25,2	25,2	24,9	0,6
0:40	25	24,8	24,9	24,3	25,2	25,4	24,9	1,1
0:42	25	25,0	25,2	24,7	25,3	25,6	25,2	0,9
0:44	25	25,0	25,1	24,5	24,9	25,6	25,0	1,1
0:46	25	24,8	24,6	24,5	24,8	25,1	24,8	0,6
0:48	25	25,0	24,9	24,8	24,8	25,3	25,0	0,5
0:50	25	25,2	24,8	24,7	24,9	25,3	25,0	0,6
T. PROM.	25,0	25,0	24,9	24,7	24,9	25,2	24,9	
T. MAX.	25,0	25,2	25,2	25,1	25,3	25,6		
T. MIN.	25,0	24,7	24,6	24,3	24,6	24,8		

NOMENCLATURA:

- T.Prom. Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tmax - Tmin Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. PROM Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MAX La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MIN La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

 Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 58551

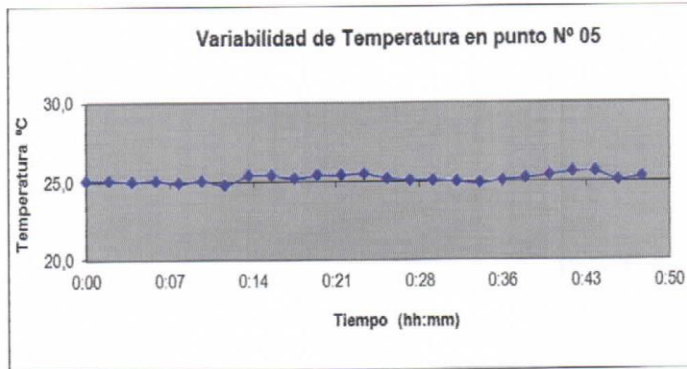


ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Luis Taboada Polacios

Ing. Luis Taboada Polacios

GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 25 °C



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Luis Taboada Palacios
Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

ORION®

DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO

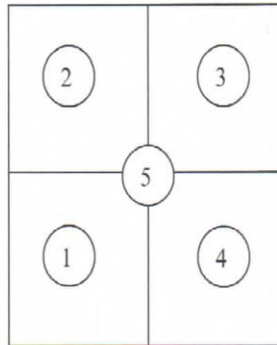
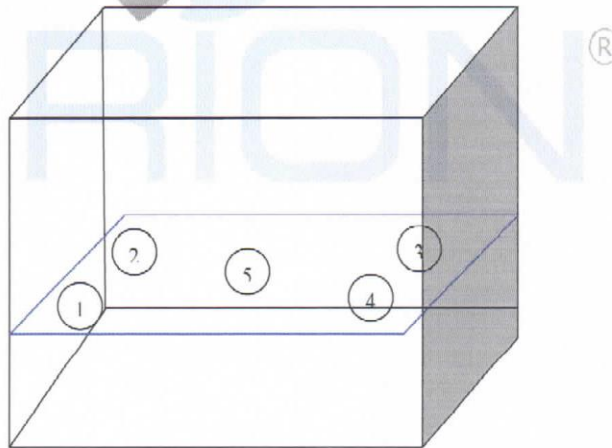


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Luis Taboada Pelacios
Ing. Luis Taboada Pelacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

VERIFICACION

1.- GENERALIDADES

A solicitud de CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A. se procedió a verificar el comportamiento de un anillo de carga con Dial indicador de lectura. La Calibración se realizó en Cañete el 20 de Noviembre del 2017.

2.- DEL SISTEMA A VERIFICAR

Anillo de Carga

Capacidad : 6000 Lbs
Marca : FORNEY
N/S : 244
Dial:
Marca : SPI
Modelo : 20-701-9

3.- DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN

Dispositivo : Celda de Carga
Fabricante : AEP TRANSDUCER
Tipo : C2S
Serie N° : 205775
Carga Nominal : 10 TN
Modalidad : Compresión
Indicador : Digital AEP Transducer
Modelo : MP10.
N° Serie : 6181-2006-06

Calibración realizada en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica. – Expediente: INF-LE 095-17B

4.- PROCEDIMIENTO

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025, Se aplicaron tres series de carga al Anillo mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

5.- RESULTADOS

En la Tabla N° 1 se muestran las tres series de carga y la serie promedio correspondiente.

En el Gráfico N°1 se muestra la curva de regresión y la ecuación de ajuste correspondientes a la presente calibración.

En la Carta de Calibración se muestran en detalle los valores en libras por cada división del Dial de Carga.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

TABLA N° 1

CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA

Cap. 6000 lbs, N/S 244
Dial SPI, Mod 20-701-9

DIAL INDICADOR DIVISIONES	SERIES DE VERIFICACION (Kg)			SERIE PROMEDIO Kg	Error Repetibilidad %
	SERIE (1)	SERIE (2)	SERIE (3)		
19	54.6	54.4	54.7	54.57	0.28
120	345.8	346.2	346.1	346.03	0.06
152	442.5	442.8	442.1	442.47	0.08
293	840.6	841.3	842.7	841.53	0.13
325	929.4	930.5	930.1	930.00	0.06
422	1,215.5	1,216.3	1,216.2	1,216.00	0.04
530	1,526.2	1,527.9	1,525.9	1,526.67	0.07
572	1,642.0	1,644.7	1,643.8	1,643.50	0.08
652	1,875.9	1,876.2	1,874.6	1,875.57	0.05
729	2,099.9	2,099.2	2,098.3	2,099.13	0.04
823	2,350.4	2,350.5	2,351.4	2,350.77	0.02
970	2,774.1	2,775.3	2,776.5	2,775.30	0.04

Coefficiente de correlación..:

$R^2 = 1,0000$

Recta de ajuste:
Donde:

$y = 2,8746x + 0,4456$

X : lectura del dial (divisiones)
Y . fuerza promedio (Kg)

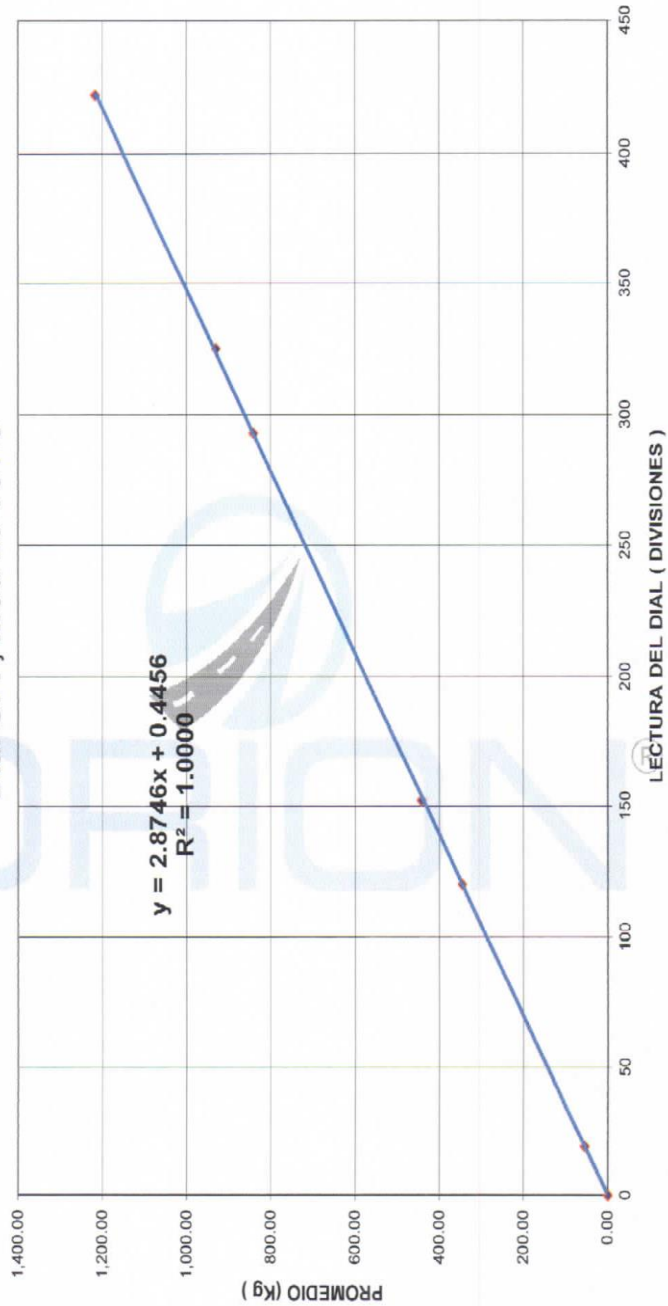
ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 96953

INFORME 027-17 AC

GRAFICO N° 1
CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA
 Cap. 6000 lbs, N/S 244
 Dial SPI , Mod 20-701-9

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
 Ing. Luis Faboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 55551





ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CARTA DE CALIBRACIÓN

ANILLO DE CARGA : FORNEY
 CAPACIDAD : 6000 lbs
 SERIE : 2453
 CON DIAL : SPI

FECHA DE CALIBRACIÓN : 20 de Noviembre del 2017

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Pclacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 56551

$$y = 2,8746x + 0,4456$$

Divis.	Kilogramos									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	3	6	9	12	15	18	21	23	26
10	29	32	35	38	41	44	46	49	52	55
20	58	61	64	67	69	72	75	78	81	84
30	87	90	92	95	98	101	104	107	110	113
40	115	118	121	124	127	130	133	136	138	141
50	144	147	150	153	156	159	161	164	167	170
60	173	176	179	182	184	187	190	193	196	199
70	202	205	207	210	213	216	219	222	225	228
80	230	233	236	239	242	245	248	251	253	256
90	259	262	265	268	271	274	276	279	282	285
100	288	291	294	297	299	302	305	308	311	314
110	317	320	322	325	328	331	334	337	340	343
120	345	348	351	354	357	360	363	366	368	371
130	374	377	380	383	386	389	391	394	397	400
140	403	406	409	412	414	417	420	423	426	429
150	432	435	437	440	443	446	449	452	455	458
160	460	463	466	469	472	475	478	481	483	486
170	489	492	495	498	501	504	506	509	512	515
180	518	521	524	526	529	532	535	538	541	544
190	547	549	552	555	558	561	564	567	570	572
200	575	578	581	584	587	590	593	595	598	601
210	604	607	610	613	616	618	621	624	627	630
220	633	636	639	641	644	647	650	653	656	659
230	662	664	667	670	673	676	679	682	685	687
240	690	693	696	699	702	705	708	710	713	716
250	719	722	725	728	731	733	736	739	742	745
260	748	751	754	756	759	762	765	768	771	774
270	777	779	782	785	788	791	794	797	800	802
280	805	808	811	814	817	820	823	825	828	831
290	834	837	840	843	846	848	851	854	857	860
300	863	866	869	871	874	877	880	883	886	889
310	892	894	897	900	903	906	909	912	915	917
320	920	923	926	929	932	935	938	940	943	946
330	949	952	955	958	961	963	966	969	972	975
340	978	981	984	986	989	992	995	998	1001	1004
350	1007	1009	1012	1015	1018	1021	1024	1027	1030	1032
360	1035	1038	1041	1044	1047	1050	1053	1055	1058	1061
370	1064	1067	1070	1073	1076	1078	1081	1084	1087	1090
380	1093	1096	1099	1101	1104	1107	1110	1113	1116	1119
390	1122	1124	1127	1130	1133	1136	1139	1142	1145	1147
400	1150	1153	1156	1159	1162	1165	1168	1170	1173	1176
410	1179	1182	1185	1188	1191	1193	1196	1199	1202	1205
420	1208	1211	1214	1216	1219	1222	1225	1228	1231	1234
430	1237	1239	1242	1245	1248	1251	1254	1257	1260	1262



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

Divis.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
440	1265	1268	1271	1274	1277	1280	1283	1285	1288	1291
450	1294	1297	1300	1303	1306	1308	1311	1314	1317	1320
460	1323	1326	1329	1331	1334	1337	1340	1343	1346	1349
470	1352	1354	1357	1360	1363	1366	1369	1372	1375	1377
480	1380	1383	1386	1389	1392	1395	1398	1400	1403	1406
490	1409	1412	1415	1418	1420	1423	1426	1429	1432	1435
500	1438	1441	1443	1446	1449	1452	1455	1458	1461	1464
510	1466	1469	1472	1475	1478	1481	1484	1487	1489	1492
520	1495	1498	1501	1504	1507	1510	1512	1515	1518	1521
530	1524	1527	1530	1533	1535	1538	1541	1544	1547	1550
540	1553	1556	1558	1561	1564	1567	1570	1573	1576	1579
550	1581	1584	1587	1590	1593	1596	1599	1602	1604	1607
560	1610	1613	1616	1619	1622	1625	1627	1630	1633	1636
570	1639	1642	1645	1648	1650	1653	1656	1659	1662	1665
580	1668	1671	1673	1676	1679	1682	1685	1688	1691	1694
590	1696	1699	1702	1705	1708	1711	1714	1717	1719	1722
600	1725	1728	1731	1734	1737	1740	1742	1745	1748	1751
610	1754	1757	1760	1763	1765	1768	1771	1774	1777	1780
620	1783	1786	1788	1791	1794	1797	1800	1803	1806	1809
630	1811	1814	1817	1820	1823	1826	1829	1832	1834	1837
640	1840	1843	1846	1849	1852	1855	1857	1860	1863	1866
650	1869	1872	1875	1878	1880	1883	1886	1889	1892	1895
660	1898	1901	1903	1906	1909	1912	1915	1918	1921	1924
670	1926	1929	1932	1935	1938	1941	1944	1947	1949	1952
680	1955	1958	1961	1964	1967	1970	1972	1975	1978	1981
690	1984	1987	1990	1993	1995	1998	2001	2004	2007	2010
700	2013	2016	2018	2021	2024	2027	2030	2033	2036	2039
710	2041	2044	2047	2050	2053	2056	2059	2062	2064	2067
720	2070	2073	2076	2079	2082	2085	2087	2090	2093	2096
730	2099	2102	2105	2108	2110	2113	2116	2119	2122	2125
740	2128	2131	2133	2136	2139	2142	2145	2148	2151	2154
750	2156	2159	2162	2165	2168	2171	2174	2177	2179	2182
760	2185	2188	2191	2194	2197	2200	2202	2205	2208	2211
770	2214	2217	2220	2223	2225	2228	2231	2234	2237	2240
780	2243	2246	2248	2251	2254	2257	2260	2263	2266	2269

Factura de compra de Hidróxido de calcio – no fiscalizada



Servicios Generales Tecnológicos

F & H SERVICE AND TECHNOLOGY PERU S.A.C.
 Calle 27 Mz. B4 Lt. 27
 Urb. Puerta De Pro
 Los Olivos - Lima - Perú
 Tel: 622-9853 Cel: 987133834
 fh.servitecperu@outlook.com

SERVICIOS DE INGENIERIA,
 IMPORTACION, EXPORTACION,
 COMERCIALIZACION DE INSUMOS E
 PARA LABORATORIOS E
 INDUSTRIAS EN GENERAL

R.U.C. 20563674548

FACTURA

001- N° 000175

Lima, 10 de Septiembre del 2019
 R.U.C.: 10757955500

Guía de Remisión: 134

Señor(es): Dopier Estepani Ugarte Camacho
 Dirección: N2 p lote 10 los Libertadores SMP Lima - Lima

CANT.	DESCRIPCION	P. UNIT.	IMPORTE
1	bolsa Cal No Fiscalizada 25 kilos contene en Bolsa	S/ 1.7628	S/ 44.07

SON:	Cincuenta y dos con 00/100 Soles	SUB-TOTAL	S/ 44.07
CANCELADO 10 de Septiembre del 2019		I.G.V. 18 %	S/ 7.93
		TOTAL	S/ 52.00

ADQUIRENTE O USUARIO



F & H SERVICE AND TECHNOLOGY PERU S.A.C.
 Calle 27 Mz. B4 Lt. 27
 Urb. Puerta De Oro
 Los Olivos - Lima - Lima
 Telf: 822-6853 Cel: 987133834
 fh.servitecperu@outlook.com

SERVICIOS DE INGENIERIA
 IMPORTACION, EXPORTACION,
 COMERCIALIZACION DE PRODUCTOS
 PARA LABORATORIOS E
 INDUSTRIAS EN GENERAL

R.U.C. 20563674548
GUIA DE REMISION - REMITENTE
0001- N° 000174

Fecha de Emisión: 10.9.2015 Fecha de Inicio del Traslado: 10.9.2015

DIRECCION: Ce. La Joya 157 Uls. W. Cocha con DISTRITO: Surf. PROV.: Lima DEF.: Lima
 DIRECCION: Hg. P. lote 10 los libertadores DISTRITO: Surf. PROV.: Lima DEF.: Lima

UNIDAD DE TRANSPORTE / CONDUCTOR
 VEHICULO MARCA Y PLACA N°: ABR 578
 Certificado de Inscripción: Lic. de Conducir: 82580244

CANTIDAD	DESCRIPCION	UNID.	MEDIDA	PESO TOTAL
1	<u>balde 25 lts</u>		<u>lts</u>	<u>25</u>
	<u>car No PLS asignada</u>			
	<u>Codigo 90000002</u>			

Nombre/Razon Social: _____
 Nº R.U.C.: _____
 TIPO: _____
 Nº: _____

TRANSPORTISTA: _____
 COMPROBANTE DE PAGO: _____

MOTIVO DEL TRASLADO
 1) TERCERA ALFETA CONFIRMACION DEL CONDUCTOR
 2) TERCERA ALFETA CONFIRMACION DEL COMPROBANTE DE PAGO
 3) COMPRA
 4) TRASPASO DE PROPIEDAD
 5) CONSTRUCCION
 6) TRABAJO DE ESTABLECIMIENTO
 7) TRABAJO DE OBRAS PARA TRANSFORMACION
 8) RESCATE DE BIENES TRANSFORMADOS
 9) OTROS
 10) EXPRESAR
 11) REINTEGRACION

Da: CORPORACION GUATEMPELAS E.I.R.L. R.U.C.: 206162850 Telf: 5510296 Sane. 001 del 101 al 290. AUT. N° 1269635823 FI. 05-09-2016 CEL: 99878493

Conformidad del Cliente
 Sr. (s) (a)
DESTINATARIO

Informe de Laboratorio Visado

- Norte con Santa Rosa de Quives
- Sur con Distrito de Comas
- Este con la provincia de Huarochiri
- Oeste con Distrito de Puente Piedra y Ancón



Rev.	Fecha	Revisó	Aprobó	Descripción
A	08.10.2019	J. Ccoto	E. Moreno H.	Revisión Interna
Firma				