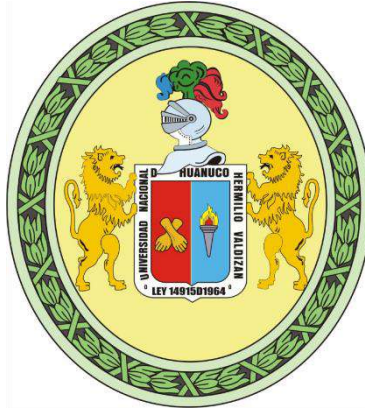


**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**DETERMINACIÓN DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACIÓN GRANULOMETRICA Y
ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL
DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA CIVIL
SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
INGENIERÍA VIAL Y DEL TRANSPORTE**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**TESISTA:
FUERO LOPEZ SIMEON**

**ASESOR:
MATOS RAMIREZ ANA MARIA**

**HUÁNUCO – PERÚ
2023**

DEDICATORIA

A mis Padres, siempre supieron construir mi vida.

A mi Señora esposa, por su comprensión

A mis Hermanos, su entusiasmo generó imposibles

A mis familiares en general, gracias por su apoyo moral
constante.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitir estar con vida y Salud.

A la Universidad Nacional Hermilio Valdizan

De Huánuco, Docentes, Colegas de Estudios.

A mi Asesor, por su apoyo condicional.

RESUMEN

La presente investigación se enmarca en determinar el valor óptimo de combinación granulométrica y asfalto al 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6%, 6.5% para fines de mejora del comportamiento de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles, Para el cual se ha empleado equipo de medición en laboratorio como el péndulo de fricción británico (ASTM E-303), el ensayo se realizó con la finalidad de obtener el coeficiente de resistencia al deslizamiento (CRD) en condiciones más desfavorables (pavimento mojado).

El método mediante el cual se ha desarrollado es el método científico, el nivel de estudio es correlacional explicativo, el desarrollo de la investigación permitirá correlacionar los datos obtenidos mediante los ensayos, el tipo de investigación es del tipo explicativo, y el diseño de investigación es experimental.

la Metodología empleada para el desarrollo de esta investigación fue el ensayo Marshall; es así que, en primer lugar se realizaron los ensayos de las propiedades de los agregados para luego realizar la combinación de los agregados para el diseño de MAC-1, MAC-2 Y MAC-3; así mismo, para cada diseño se realizaron los usos con límite superior, límite medio y límite inferior por el método del tanteo, teniendo en consideración que los agregados son de la cantera sacra- familia los cuales cumplen con los requerimientos para ser utilizados; además se realizaron los ensayos de las propiedades de la mezcla asfáltica como estabilidad, fluencia, peso específico, volumen de aire, vacíos llenos de asfalto y vacíos del agregado mineral obteniendo como resultado el porcentaje óptimo de contenido de asfalto para el diseño MAC -1 con límite superior se determinó un óptimo contenido de asfalto (OCA) 5.5 %, para el diseño MAC-1 límite medio de 5.63% y por ultimo para el diseño MAC-1 límite inferior un OCA de 5.71% de asfalto, para un diseño MAC -2 con límite superior se determinó un (OCA) 5.41 %, para el diseño MAC-2 límite medio se determinó un OCA de 5.47% y por ultimo para el diseño MAC-2 límite inferior se determinó un OCA de 5.54% de asfalto. y para un diseño MAC-3, se tiene el diseño MAC -3 con límite superior se determinó un (OCA) 5.17 %, para el diseño MAC-3 límite medio se determinó un OCA de 5.28 % y por ultimo para el diseño MAC-3 límite inferior se determinó un OCA de 5.43% de asfalto; del mismo modo, se obtuvieron los resultados del coeficiente a la resistencia al deslizamiento para un diseño de MAC-1 con límite superior obteniendo 0.89 de coeficiente a la resistencia al deslizamiento, para el diseño MAC-1 con límite medio se obtuvo 0.87 de coeficiente a la resistencia al deslizamiento,

y para un diseño MAC-1 con límite inferior se obtuvo 0.84, y para un diseño MAC-2 con límite superior obteniendo 0.82 de coeficiente a la resistencia al deslizamiento, y para el diseño MAC-2 con límite medio se obtuvo 0.80 de coeficiente a la resistencia al deslizamiento, y para un diseño MAC-2 con límite inferior se obtuvo 0.78 de coeficiente a la resistencia al deslizamiento, y por último el diseño MAC-3 se determinó tres valores siendo el primer diseño MAC-3 con límite superior obteniendo 0.76 de coeficiente a la resistencia al deslizamiento, y para el diseño MAC-3 con límite medio se obtuvo 0.74 de coeficiente a la resistencia al deslizamiento, y para un diseño MAC-3 con límite inferior se obtuvo 0.73 de coeficiente a la resistencia al deslizamiento; por esto, se precisa que el diseño MAC-1 con límite superior tiene los valores más altos del coeficiente al deslizamiento. Por lo tanto, las combinaciones con límites inferiores presentan mayor porcentaje de asfalto.

PALABRAS CLAVE: Pavimento, Microtextura, seguridad vial, Resistencia al deslizamiento, coeficiente de fricción, agregado, asfalto.

ABSTRACT

The present investigation is framed in determining the optimal value of granulometric combination and asphalt at 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6%, 6.5% for purposes of improving the slip resistance behavior of 0.45 in flexible pavements. which has used laboratory measurement equipment such as the British friction pendulum (ASTM E-303), the test was carried out with the purpose of obtaining the slip resistance coefficient (CRD) in the most unfavorable conditions (wet pavement).

The method by which it has been developed is the scientific method, the level of study is explanatory correlational, the development of the research will allow the data obtained through the tests to be correlated, the type of research is explanatory, and the research design is experimental.

The Methodology used to develop this research was the Marshall test; Thus, firstly the tests of the properties of the aggregates were carried out and then the combination of the aggregates was carried out for the design of MAC-1, MAC-2 and MAC-3; Likewise, for each design, the uses with upper limit, middle limit and lower limit were carried out by the trial method, taking into consideration that the aggregates are from the sacred-family quarry which meet the requirements to be used; In addition, tests were carried out on the properties of the asphalt mixture such as stability, creep, specific weight, air volume, voids filled with asphalt and voids of the mineral aggregate, resulting in the optimal percentage of asphalt content for the MAC -1 design with upper limit an optimal asphalt content (OCA) of 5.5% was determined, for the MAC-1 design an average limit of 5.63% and finally for the MAC-1 design lower limit an OCA of 5.71% asphalt, for a MAC design - 2 with upper limit, an (OCA) of 5.41% was determined, for the MAC-2 design, medium limit, an OCA of 5.47% was determined, and finally, for the MAC-2 design, lower limit, an OCA of 5.54% of asphalt was determined. and for a MAC-3 design, there is the MAC -3 design with an upper limit, an (OCA) of 5.17% was determined, for the MAC-3 design, the middle limit, an OCA of 5.28% was determined, and finally for the MAC- design 3 lower limit, an OCA of 5.43% of asphalt was determined; Likewise, the results of the slip resistance coefficient were obtained for a MAC-1 design with upper limit, obtaining 0.89 slip resistance coefficient, for the MAC-1 design with medium limit, 0.87 slip resistance coefficient was obtained. slip resistance, and for a MAC-1 design with lower limit, 0.84 was obtained, and for a MAC-2 design with upper limit, obtaining

0.82 slip resistance coefficient, and for the MAC-2 design with medium limit, 0.80 slip resistance coefficient was obtained, and for a MAC-2 design with lower limit, 0.78 slip resistance coefficient was obtained, and finally the MAC-3 design was determined three values being the first MAC-3 design with upper limit obtaining 0.76 slip resistance coefficient, and for the MAC-3 design with medium limit 0.74 slip resistance coefficient was obtained, and for a MAC-3 design with lower limit, 0.73 slip resistance coefficient was obtained; For this reason, it is specified that the MAC-1 design with upper limit has the highest values of the slip coefficient. Therefore, combinations with lower limits have a higher percentage of asphalt.

KEYWORDS: Pavement, Microtexture, road safety, Slip resistance, coefficient of friction, aggregate, asphalt.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	xii
INDICE DE TABLAS	xvii
INTRODUCCIÓN	xxi
11. CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACION	22
11.1. Fundamentación del problema de investigación	22
11.2. Formulación del problema de investigación general y específicos	23
11.2.1. Problema principal	23
11.2.2. Problemas secundarios	23
11.3. Formulación de objetivos generales y específicos	24
11.3.1. Objetivo general	24
11.3.2. Objetivos específicos.....	24
11.4. Justificación	24
11.5. Limitaciones	25
11.6. Formulación de hipótesis generales y específicas	26
11.6.1. Hipótesis general	26
11.6.2. Hipótesis específicas	26
11.7. Variables	27
11.7.1. Variables independientes.....	27
11.7.2. Variables dependientes.....	27

11.8.	Definición teórica y operacionalización de variables	27
12.	CAPITULO II. MARCO TEORICO	29
12.1.	Antecedentes.....	29
12.1.1.	Internacionales	29
12.1.2.	Nacionales	33
12.1.3.	Locales	35
12.2.	Bases teóricas	36
12.2.1.	Mezcla asfáltica.....	36
12.2.2.	Mezcla asfáltica en caliente con el método Marshall.....	36
12.2.3.	Textura superficial del pavimento.....	42
12.2.4.	Clasificación de la Textura.....	43
12.2.5.	Resistencia al deslizamiento.....	44
12.2.6.	Resistencia al deslizamiento de la carpeta asfáltica	45
12.2.7.	Péndulo Británico.....	45
12.3.	Bases conceptuales	46
12.4.	Bases epistemológicas o bases filosóficas o bases antropológicas.....	47
13.	CAPITULO III. METODOLOGIA	48
13.1.	Ámbito.....	48
13.2.	Población	48
13.3.	Muestra	48
13.4.	Nivel y tipo de estudio.....	49
13.5.	Diseño de investigación.....	52
13.6.	Métodos, técnicas e instrumentos	53
13.6.1.	Método	53
13.6.2.	Técnica de recolección de datos.....	53

13.6.3. Instrumentos de recolección de datos.....	54
13.7. Validación y confiabilidad del instrumento.....	55
13.7.1. Validación del instrumento	55
13.7.2. Confiabilidad del instrumento.....	55
13.8. Procedimiento.....	55
13.9. Tabulación y análisis de datos	58
13.9.1. Plan de tabulación de datos	58
13.9.2. Análisis de datos.....	58
13.10. Consideraciones éticas	58
14. CAPITULO IV. RESULTADOS.....	59
14.1. Datos recopilados de campo	59
14.1.1. Ubicación de la cantera	59
14.1.2. Toma de muestras de agregados gruesos y finos	59
14.2. Procedimiento de obtención de resultados	62
14.2.1. Resultado de los ensayos de las características físicas mecánicas del agregado grueso y agregado fino.	62
14.2.2. Resultados de los efectos de Las combinaciones de distribución granulométrica MAC1, MAC2, MAC3 con fines de superar el valor de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexible.....	88
14.2.4. Resultado del valor óptimo de resistencia al deslizamiento en base a las combinaciones granulométricas y porcentajes de asfalto.	158
14.3. Análisis estadístico	186
14.3.1. Porcentaje de vacíos de aire	186
14.3.2. Estabilidad.....	193
14.3.3. Flujo	197

14.3.4. Coeficiente de fricción	201
CAPITULO V. DISCUSIONES	206
Discusión general.....	206
Discusión específica 1.....	206
Discusión específica 2.....	207
Discusión específica 3.....	207
Discusión específica 4.....	208
CONCLUSIONES	209
▪ Conclusión general.....	209
▪ Conclusión específica 1	209
▪ Conclusión específica 2	209
▪ Conclusión específica 3	210
▪ Conclusión específica 4	211
RECOMENDACIONES.....	212
▪ recomendación general	212
▪ recomendación específica 1	212
▪ recomendación específica 2	212
▪ recomendación específica 3	212
▪ recomendación específica 4	213
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	214
ANEXOS	216

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Usos granulométricos para mezcla asfáltica en caliente (MAC1, MAC2 y MAC3)	40
Figura 2.2	Clasificación del perfil según AIPCR, longitudes de onda asociado a cada tipo de textura.	43
Figura 2.3	Relación Fricción Neumático – Pavimento con Velocidad Vehicular.....	44
Figura 2.4	Péndulo del TRRL (Péndulo Británico)	46
Figura 3.1	Ubicación de la cantera sacra familia – empresa comunal – sargen saf.....	56
Figura 4.1	Ubicación de la cantera sacra familia – administrado por la empresa comunal Sargen Saf	59
Figura 4.2	Toma de muestra por el método de cuarteo el agregado de tamaño de 3/4”.....	60
Figura 4.3	Toma de muestra por el método del cuarteo el agregado de tamaño de 1/2"	60
Figura 4.4	Toma de muestra por el método del cuarteo del agregado arena chancada.	61
Figura 4.5	Toma de muestra por el método del cuarteo del agregado de arena natural.	61
Figura 4.6	Ensayo de granulometría de los agregados gruesos, finos y filler.	63
Tabla 4.1.	Granulometría de piedra ¾’ para MAC-1 límite superior	63
Figura 4.7	Curva granulométrica del agregado de ¾’ límite superior.....	64
Tabla 4.2.	Granulometría de piedra ¾’ para MAC-1 limite medio	64
Figura 4.8	Curva granulométrica del agregado de ¾’ limite medio	65
Tabla 4.3.	Granulometría de piedra ¾’ para MAC-1 límite inferior	66
Figura 4.9	Curva granulométrica del agregado de ¾’ límite inferior	66
Figura 4.10	curva granulométrica del agregado de 1/2’ límite superior.....	67
Figura 4.11	Curva granulométrica del agregado de 1/2’ límite medio	68
Figura 4.12	curva granulométrica del agregado de 1/2’ límite inferior.....	69
Figura 4.13	curva granulométrica de la arena natural límite superior	70

Figura 4.14	curva granulométrica de la arena natural límite medio	71
Figura 4.15	curva granulométrica de la arena natural límite inferior	73
Figura 4.16	curva granulométrica de la arena chancada límite superior	74
Figura 4.17	curva granulométrica de la arena chancada límite medio	75
Figura 4.18	curva granulométrica de la arena chancada límite inferior	76
Figura 4.19	curva granulométrica del filler (cal)	77
Figura 4.20	Secado del agregado de $\frac{3}{4}$ '	78
Figura 4.21	Saturado de la arena	80
Figura 4.22	máquina de abrasión los ángeles	82
Figura 4.23	Calibrador de aplanamiento y alargamiento.....	83
Figura 4.24	Lavado de los agregados antes de realizar los ensayos.	85
Figura 4.25	Combinación de los agrados MAC-1 tres ensayos por cada dosificación	89
Figura 4.26	Serie de muestras pesadas para MAC-1, MAC-2 y MAC-3	89
Figura 4.27	Comportamiento de la combinación de los agregados para MAC-1 límite superior	91
Figura 4.28	Comportamiento de la combinación de los agregados para MAC-1 límite medio.	95
Figura 4.29	comportamiento de la combinación de los agregados para MAC-1 límite inferior	98
Figura 4.30	comportamiento de la combinación de los agregados para MAC-2 límite superior	102
Figura 4.31	comportamiento de la combinación de los agregados para MAC-2 límite medio	105
Figura 4.32	comportamiento de la combinación de los agregados para MAC-2 límite inferior	109
Figura 4.33	comportamiento de la combinación de los agregados para MAC-3 límite superior	112
Figura 4.34	comportamiento de la combinación de los agregados para MAC-3 límite medio	116

Figura 4.35 comportamiento de la combinación de los agregados para MAC-3 límite inferior	120
Figura 4.36 Asfalto PEN120-150	123
Figura 4.37 Cal como material filler.....	124
Figura 4.38 Molde de asfalto con diseño Marshall para ensayo.....	125
Figura 4.39 Comportamiento del peso específico con diseño MAC-1	128
Figura 4.40 Comportamiento del volumen de vacíos con diseño MAC-1	129
Figura 4.41 Comportamiento del volumen llenos de asfalto con diseño MAC-1	130
Figura 4.42 Comportamiento del volumen del agregado mineral con diseño MAC-1.....	131
Figura 4.43. Comportamiento de la estabilidad con diseño MAC-1	133
Figura 4.44. Comportamiento del flujo con diseño MAC-1	134
Figura 4.45 Comportamiento del peso específico con diseño MAC-2.....	135
Figura 4.46 Comportamiento del volumen de vacíos con diseño MAC-2	136
Figura 4.47 Comportamiento del volumen lleno de asfalto con diseño MAC-2.....	137
Figura 4.48. Comportamiento del volumen del agregado mineral con diseño MAC-2.....	138
Figura 4.49 Comportamiento de la estabilidad con diseño MAC-2	139
Figura 4.50 Comportamiento del flujo con diseño MAC-2.....	141
Figura 4.51 Comportamiento del volumen de vacíos con diseño MAC-3	142
Figura 4.52 Comportamiento del peso específico con diseño MAC-3.....	143
Figura 4.53 Comportamiento del volumen de agregado mineral con diseño MAC-3.....	144
Figura 4.54 Comportamiento del volumen lleno de asfalto con diseño MAC-3.....	145
Figura 4.55 Comportamiento de la estabilidad con diseño MAC-3	146
Figura 4.56 Comportamiento del flujo con diseño MAC-3.....	148
Figura 4.57 Comportamiento del peso específico con diseño MAC-1, MAC-2, y MAC-3.....	150
Figura 4.58 Comportamiento del volumen de vacíos con diseño MAC-1, MAC-2, y MAC-3	151

Figura 4.59 Comportamiento del volumen del agregado mineral con diseño MAC-1, MAC-2, y MAC-3	153
Figura 4.60 Comportamiento del volumen de asfalto con diseño MAC-1, MAC-2, y MAC-3	154
Figura 4.61 Comportamiento del peso estabilidad MAC-1, MAC-2, y MAC-3	156
Figura 4.62 Comportamiento del flujo con diseño MAC-1, MAC-2, y MAC-3	157
Figura 4.63. Moldes con mezcla asfáltica con diseño MAC-1 con límite superior, límite medio y límite inferior	159
Figura 4.64 Equipo péndulo británico	159
Figura 4.65 Comportamiento de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-1 con límite inferior.	161
Figura 4.66. Comportamiento de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-1 con límite medio.....	163
Figura 4.67. Comportamiento de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-1 con límite superior.	165
Figura 4.68. Comportamiento de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-1.	167
Figura 4.69. Comportamiento de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-2 con límite inferior.....	169
Figura 4.70. Comportamiento de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-2 con límite medio.....	171
Figura 4.71 Comportamiento de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-2 con límite superior.....	173
Figura 4.71. Resumen de los Comportamientos de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-2.....	175
Figura 4.72. Comportamiento de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-3 con límite inferior.....	177

Figura 4.73. Comportamiento de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-3 con límite medio.....	179
Figura 4.74. Comportamiento de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-3 con límite superior.	181
Figura 4.75. Resumen de los Comportamientos de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-3.....	183
Figura 4.76. resumen general de los Comportamientos de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-1, MAC-2 y MAC-3.	185
Figura 4.77. Gráfica de cajas para porcentaje de vacíos de aire (%).....	190
Figura 4.78. Diagrama de burbujas para porcentaje de vacíos de aire (%)	191
Figura 4.79. Gráfica de cajas para estabilidad (kg)	194
Figura 4.80. Diagrama de burbujas para estabilidad (kg).....	196
Figura 4.81. Gráfica de cajas para flujo (mm).....	199
Figura 4.83. Gráfica de cajas para coeficiente de fricción (%).....	204
Figura 4.84. Diagrama de burbujas para coeficiente de fricción (%)	205

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Operacionalización de variables	28
Tabla 2.1 Requerimiento para los agregados gruesos.....	38
Tabla 2.2 Requerimiento de los agregados finos	38
Tabla 2.3 Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC)	39
Tabla 2.4. Selección del tipo de cemento asfáltico	40
Tabla 2.5. Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por penetración	41
Tabla 2.6. Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por viscosidad	41
Tabla 2.7. Requisitos para mezcla de concreto bituminoso.....	42
Tabla 3.1 Evaluación de las características epistemológicas de la investigación cualitativa y cuantitativa.....	50
Tabla 3.2 Tratamiento – combinación de los porcentajes de agregado, cemento asfáltico y el ensayo de resistencia al deslizamiento.....	52
Tabla 3.3 Equipos de laboratorio considerado en el manual de ensayos de materiales de la norma del MTC.....	54
Tabla 3.4 Esquema de desarrollo del trabajo de investigación	57
Tabla 4.1. Granulometría de piedra $\frac{3}{4}$ ´ para MAC-1 límite superior	63
Tabla 4.2. Granulometría de piedra $\frac{3}{4}$ ´ para MAC-1 límite medio	64
Tabla 4.3. Granulometría de piedra $\frac{3}{4}$ ´ para MAC-1 límite inferior	66
Tabla 4.4. Granulometría de piedra $\frac{1}{2}$ ´ para MAC-2 límite superior	67
Tabla 4.5. Granulometría de piedra $\frac{1}{2}$ ´ para MAC-2 límite medio	68
Tabla 4.6. Granulometría de piedra $\frac{1}{2}$ ´ para MAC-2 límite inferior	69
Tabla 4.7. Granulometría de arena natural para MAC-3 límite superior.....	70
Tabla 4.8. Granulometría de arena natural para MAC-3 límite medio	71
Tabla 4.9. Granulometría de arena natural para MAC-3 límite inferior	72
Tabla 4.10. Granulometría de arena chancada para MAC-3 límite superior	73
Tabla 4.11. Granulometría de arena chancada para MAC-3 límite medio	74
Tabla 4.12. Granulometría de arena chancada para MAC-3 límite inferior	75
Tabla 4.13 Granulometría de filler para MAC.....	76
Tabla 4.14. Gravedad específica de agregado de $\frac{3}{4}$ ´	78

Tabla 4.15. Gravedad específica de agregado de 1/2'	79
Tabla 4.16. Gravedad específica de arena natural	80
Tabla 4.17. Gravedad específica de arena chancada.....	81
Tabla 4.18. Desgaste ala abrasión los ángeles de agregado 3/4'	82
Tabla 4.19. Desgaste ala abrasión los ángeles de agregado 1/2'	82
Tabla 4.20. índice de aplanamiento de agregado 1/2'	84
Tabla 4.21. índice de alargamiento de agregado 1/2'	84
Tabla 4.22. índice de aplanamiento de agregado 3/4'	84
Tabla 4.23. índice de alargamiento de agregado 3/4'	84
Tabla 4.24. Caras fracturadas de agregado 3/4'	86
Tabla 4.25. Caras fracturadas de agregado 1/2'	86
Tabla 4.26. Índice de durabilidad del agregado grueso	86
Tabla 4.27. Índice de durabilidad del agregado fino.....	86
Tabla 4.28. Equivalente de arena de la arena chancada.....	87
Tabla 4.29. Equivalente de arena de la arena natural.....	87
Tabla 4.30. Combinación de agregados para MAC-1 límite superior	90
Tabla 4.31. Especificaciones de combinación de agregados para MAC-1 límite superior	91
Tabla 4.32. Pesos de agregados para MAC-1 límite superior.....	93
Tabla 4.33. Combinación de agregados para MAC-1 límite medio	94
Tabla 4.34. Especificaciones de combinación de agregados para MAC-1 límite medio.....	95
Tabla 4.35. pesos de agregados para MAC-1 límite medio	96
Tabla 4.36. Combinación de agregados para MAC-1 límite inferior	97
Tabla 4.37. Especificaciones de combinación de agregados para MAC-1 límite inferior.....	99
Tabla 4.38. Pesos de agregados para MAC-1 límite inferior.....	100
Tabla 4.39. Combinación de agregados para MAC-2 límite superior	101
Tabla 4.40. Especificaciones de agregados para MAC-2 límite superior	102
Tabla 4.41. pesos de agregados para MAC-2 límite superior	103
Tabla 4.42. Combinación de agregados para MAC-2 límite medio	104
Tabla 4.43. especificaciones de agregados para MAC-2 límite medio.....	106
Tabla 4.44. pesos de agregados para MAC-2 límite medio	107
Tabla 4.45. Combinación de agregados para MAC-2 límite inferior	108

Tabla 4.46. especificaciones de agregados para MAC-2 límite inferior.....	109
Tabla 4.47. pesos de agregados para MAC-2 límite inferior	110
Tabla 4.48. Combinación de agregados para MAC-3 límite superior	111
Tabla 4.49. especificaciones de agregados para MAC-3 límite superior.....	113
Tabla 4.50. pesos de agregados para MAC-3 límite superior	114
Tabla 4.51. Combinación de agregados para MAC-3 límite medio	115
Tabla 4.52. especificaciones de agregados para MAC-3 límite medio.....	116
Tabla 4.53. especificaciones de agregados para MAC-3 límite medio.....	117
Tabla 4.54. Combinación de agregados para MAC-3 límite inferior	118
Tabla 4.55. especificaciones de agregados para MAC-3 límite inferior.....	120
Tabla 4.56. pesos de agregados para MAC-3 límite inferior	121
Tabla 4.57. Tipo de cemento asfáltico según temperatura ambiente.	122
Tabla 4.58. Especificaciones básicas del cemento asfáltico.....	122
Tabla 4.59. Valores de peso específico y volumen de vacíos de MAC-1.....	127
Tabla 4.60 Valores de vacíos en el agregado y vacíos llenos de asfalto de MAC-1	129
Tabla 4.61 . Valores de estabilidad y flujo de MAC-1	131
Tabla 4.62 . Valores de peso específico y volumen de vacíos de MAC-2.....	134
Tabla 4.63 . Valores de vacíos en el agregado mineral y vacíos llenos de asfalto de MAC-2 ..	136
Tabla 4.64 . Valores de estabilidad y flujo de MAC-2	138
Tabla 4.65 . Valores de peso específico y volumen de vacíos de MAC-3.....	141
Tabla 4.66 . Valores de vacíos en el agregado mineral y vacíos llenos de asfalto de MAC-3 ..	143
Tabla 4.67 . Valores de estabilidad y flujo de MAC-3	145
Tabla 4.68 . resumen del peso específico de MAC-1, MAC-2 y MAC-3.	148
Tabla 4.69 . resumen del volumen de vacíos de MAC-1, MAC-2 y MAC-3.....	150
Tabla 4.70 . resumen del vacío del agregado mineral de MAC-1, MAC-2 y MAC-3.....	152
Tabla 4.71 .resumen del vacío llenos con asfaltos de MAC-1, MAC-2 y MAC-3.....	153
Tabla 4.72 . resumen de la estabilidad de MAC-1, MAC-2 y MAC-3.....	155
Tabla 4.73 . resumen del flujo de MAC-1, MAC-2 y MAC-3.	156
Tabla 4.74. Ensayo de péndulo británico diseño MAC-1 límite inferior.....	160
Tabla 4.75. Ensayo de péndulo británico MAC-1 límite medio	162
Tabla 4.76. Ensayo de péndulo británico MAC-1 límite superior	164

Tabla 4.77. Resumen de ensayo de péndulo británico MAC-1	166
Tabla 4.78. Ensayo de péndulo británico MAC-2 límite inferior	168
Tabla 4.79. Ensayo de péndulo británico MAC-2 límite medio	170
Tabla 4.80. Ensayo de péndulo británico MAC-2 límite superior	172
Tabla 4.81. Resumen de ensayo de péndulo británico MAC-2	174
Tabla 4.82. Ensayo de péndulo británico MAC-3 límite inferior	176
Tabla 4.83. Ensayo de péndulo británico MAC-3 límite medio	178
Tabla 4.84. Ensayo de péndulo británico MAC-3 límite superior	180
Tabla 4.85. Resumen de ensayo de péndulo británico MAC-3	182
Tabla 4.86. Resumen de ensayo de péndulo británico MAC-1, MAC-2 y MAC-3.....	184
Tabla 4.87: Detallado estadístico para porcentaje de vacíos de aire (%)	187
Tabla 4.88: Distribución paramétrica para porcentaje de vacíos de aire (%)	189
Tabla 4.89: Prueba bivariado para porcentaje de vacíos de aire (%).....	191
Tabla 4.90. Detallado estadístico para estabilidad (kg)	193
Tabla 4.91. Distribución paramétrica para estabilidad (kg).....	194
Tabla 4.92. Prueba bivariada para estabilidad (kg).....	195
Tabla 4.93. Detallado estadístico para flujo (mm).....	198
Tabla 4.94. Distribución paramétrica para flujo (mm)	199
Tabla 4.95: Prueba bivariada para flujo (mm).....	200
Tabla 4.96: Detallado estadístico para coeficiente de fricción (%)	202
Tabla 4.97: Distribución paramétrica para coeficiente de fricción (%).....	203
Tabla 4.98: Prueba bivariada para coeficiente de fricción (%).....	205
Tabla 10.1. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	217
Tabla 11.1. OPERACIONALIZACION DE VARIABLE	218

INTRODUCCIÓN

En el Perú se diseñan mezclas asfálticas en caliente, en donde se busca el contenido óptimo del cemento asfáltico, para su buen comportamiento posterior a su colocación en las vías de comunicación, sin embargo, no se realiza diseños de mezcla en donde se prevea la resistencia al deslizamiento posterior a su colocación y puesta en funcionamiento.

La determinación de la gradación de la granulometría del agregado y el porcentaje de asfalto empleados para una mezcla asfáltica, inciden el mejor comportamiento de resistencia al deslizamiento de los pavimentos flexibles dado que cumple una función principal en la siniestralidad vial, debido a que las características superficiales del pavimento están en función del tipo de mezcla asfáltica.

Hoy en día existen accidentes en todos los pavimentos del Perú; así mismo, la Región de Cerro de Pasco no es ajeno a esta realidad. Según (Noticias de la region Pasco, 2023) evidencian que en los pavimentos de la región Cerro de Pasco existen accidentes de tránsito; es así que, se ha vuelto una problemática social por lo tanto se busca mejorar el coeficiente de fricción de los pavimentos desde un diseño de mezcla en los diferentes tipos de MAC y porcentaje de asfalto.

Determinar cuan lisa se encuentra la superficie de un pavimento, el agarre de los vehículos al frenar y/o detenerse, la incidencia del comportamiento de los agregados y el asfalto utilizados en el medio para la fabricación de capas de rodadura, implica un parámetro importante en la prevención de siniestros y son algunos de los tópicos que se abordaran en el presente proyecto.

Con este estudio de investigación se pretende minimizar los accidentes encontrando un óptimo valor de resistencia al deslizamiento; además esto aportara en la seguridad de transitar en pavimentos con buena resistencia al deslizamiento (RD); así mismo, todos los ensayos deben cumplir con los procedimientos del manual de ensayos y las especificaciones técnicas del manual de carreteras.

CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 Fundamentación del problema de investigación

A nivel internacional, una de las principales causas de los accidentes de carretera es la baja fricción entre el neumático del vehículo y la superficie (Wu & Abadie, 2018), existiendo un aumento en el número de accidentes a medida que disminuye la resistencia al deslizamiento (Fwa T. F., 2017), por lo que la resistencia al deslizamiento es uno de los requisitos básicos de seguridad para una carretera (Ariyapijati et al., 2019).

Diversos estudios han demostrado que valores bajos de resistencia al deslizamiento (RD) en pavimentos están relacionados con los accidentes por deslizamiento. Unido a esto, la percepción de los conductores sobre la RD es prácticamente nula, por lo cual es poco probable que logren modificar su velocidad anticipándose a la presencia de secciones de carretera con baja RD. Por este motivo, uno de los objetivos de las agencias viales es mantener los valores de RD lo suficientemente elevados como para minimizar el riesgo de accidentes por deslizamiento, (Ramiro A, 2019).

En el Perú se hace mención de que la propiedad de fricción en la capa de rodadura de un pavimento tiene una función importante dentro de la seguridad de una carretera, debido a que el pavimento mojado ocasiona graves accidentes llevando a una pérdida de control por parte del conductor pudiendo ocasionar accidentes y atropellos (Mundaca 2019).

A nivel nacional de acuerdo al ministerio de transportes y comunicaciones (MTC) los factores que intervienen en siniestros viales son el factor infraestructura y entorno vial con un porcentaje de 2.7 %, es así que a nivel nacional en la actualidad no se tiene en consideración la parte funcional del pavimento donde pueda ofrecer una adecuada adherencia entre neumático - pavimento siendo deficiente la resistencia al deslizamiento (RD) el cual conlleva a que se tenga como resultado una vía insegura, más aún en condiciones críticas cuando el pavimento esta mojado.

Las características superficiales de los pavimentos flexibles en el ámbito de la región de Cerro de Pasco, presentan condiciones críticas de transitabilidad segura en condiciones cuando el pavimento está mojado debido a que es una zona sierra con alta precipitación pluvial, esto hace a

que no se pueda tener una adecuada adherencia entre el neumático – pavimento, el cual conlleva a tener una baja resistencia al deslizamiento.

Es así que en la presente investigación se buscará una relación entre la granulometría y contenido de asfalto para una adecuada mezcla asfáltica que nos proporcione una adecuada textura superficial con la finalidad de obtener una resistencia al deslizamiento óptimo, el cual será medido con el equipo de péndulo británico.

La problemática expuesta se presenta a nivel global, donde la resistencia al deslizamiento varía en función del tipo de mezcla asfáltica, para lo cual se pretende obtener una mezcla asfáltica adecuada con cierta distribución granulométrica y contenido de asfalto.

1.2 Formulación del problema de investigación general y específicos

1.2.1. Problema principal

PG: ¿Cómo la no determinación del valor óptimo de combinación granulométrica y asfalto al 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5% no permite mejorar el comportamiento de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles?

Problemas secundarios

PE1: ¿Cómo la falta de determinación de las características físicas mecánicas del agregado de la cantera sacra familia no permite realizar la verificación del cumplimiento normativo?

PE2: ¿De qué manera el efecto de las combinaciones de distribución granulométrica MAC1, MAC2, MAC3 incide para superar el valor de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles?

PE3: ¿En qué medida el efecto del porcentaje de asfalto al 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6.0% y 6.5% incide para superar el valor de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles?

PE4: ¿Cuál es el valor óptimo de resistencia al deslizamiento en base a las combinaciones granulométricas y porcentajes de asfalto?

11.1. Formulación de objetivos generales y específicos

Objetivo general

OG: Determinar el valor óptimo de combinación granulométrica y asfalto al 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5% para fines de mejora del comportamiento de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles.

Objetivos específicos

OE1: Determinar las características físicas mecánicas del agregado de la cantera sacra familia con fines de verificación del cumplimiento normativo.

OE2: Evaluar el efecto de las combinaciones de distribución granulométrica MAC1, MAC2, MAC3 con fines de superar el valor de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles.

OE3: Evaluar el efecto del porcentaje de asfalto al 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5% con fines de superar el valor de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles.

OE4: Establecer el valor óptimo de resistencia al deslizamiento en base a las combinaciones granulométricas y porcentajes de asfalto.

11.2. Justificación

Justificación Técnica

La investigación pretende la inclusión de un criterio de evaluación funcional del diseño de mezclas asfálticas en caliente. Sumando a la evaluación del comportamiento mecánico de la mezcla, que es el procedimiento tradicional. Esta investigación propone mejora al diseño de la mezcla asfáltica, para que no solo la carpeta tenga un buen comportamiento mecánico, sino que también tenga una resistencia al deslizamiento aceptable, cuando los pavimentos estén mojados. Característica importante del comportamiento funcional de los pavimentos flexibles.

Justificación Social

Al tener una adecuada resistencia al deslizamiento del pavimento se tendrá una vía funcional, cómoda y segura donde se podrá evitar los accidentes y por lo consiguiente la pérdida de vidas humanas.

Justificación Económica

Debido a que los pavimentos tienen una baja resistencia al deslizamiento como consecuencia se tendrá los accidentes automovilísticos el cual generará un perjuicio de costo en cada usuario.

Por otra parte, también un pavimento que no cumple con tener una adecuada resistencia al deslizamiento, generara un costo adicional para poder realizar el mantenimiento para su posterior operatividad y puesta en servicio la vía.

11.3. Limitaciones

Para el acceso a la cantera de Sacra Familia debido a que está a cargo de una comunidad se solicitó el permiso correspondiente para la obtención de las diferentes muestras de los agregados.

Limitaciones respecto a laboratorios; en el ámbito local son la falta de implementación de laboratorios con equipos que cuenten para realizar los ensayos para la presente investigación, escasos de equipos para realizar ensayos de resistencia al deslizamiento para carpeta asfáltica, elevados costos de los ensayos, debido a que no es tan comercial en el mercado los ensayos a realizar.

Así mismo se ha encontrado limitaciones en cuanto al registro de la data de accidentes vehiculares específicamente por deslizamiento, ya que solo se encontró datos de accidentes de manera general.

Otra limitación es respecto a la calidad del agregado, en el sentido de que solo se adjuntara ensayos de laboratorio de los agregados que se hizo para la verificación del cumplimiento de la norma del MTC, para elaborar mezclas asfálticas, debido a que no es el objetivo de la presente investigación analizar la calidad del agregado.

Así mismo se tiene la limitación respecto a la calidad del cemento asfáltico, se solicitará al proveedor de la planta que nos entregue la ficha técnica del producto con el cual se validara la calidad de acuerdo a la norma del MTC para su respectivo uso, debido a que no es el objetivo de la presente investigación analizar la calidad del cemento asfáltico.

Los ensayos a realizar con el péndulo británico, representa a un neumático estándar cuando está en circulación sobre el pavimento (interfaz neumático – pavimento), en condiciones críticas cuando el pavimento esta mojado, por ello no se considera otros aspectos.

El estudio se limita a evaluar las características funcionales de una mezcla para carpetas asfálticas elaborada con agregado de la cantera de Sacra Familia, provincia y región Pasco.

El estudio no considera el análisis estructural del pavimento, ni el desempeño de la mezcla en el tiempo.

11.4. Formulación de hipótesis generales y específicas

Hipótesis general

HG: La determinación del valor óptimo de combinación granulométrica y asfalto al 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5% permitirá mejorar el comportamiento de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles.

Hipótesis específicas

HE1: La determinación de las características físicas mecánicas del agregado de la cantera sacra familia permitirá la verificación del cumplimiento normativo.

HE2: Las combinaciones de distribución granulométrica MAC1, MAC2, MAC3 incidirá para superar el valor de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles.

HE3: El porcentaje de asfalto al 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5% incidirá para superar el valor de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles.

HE4: El valor óptimo de resistencia al deslizamiento será alto en base a las combinaciones granulométricas y porcentajes de asfalto.

11.5. Variables

Variables independientes

Valor óptimo de combinación granulométrica y asfalto

Variables dependientes

Resistencia al deslizamiento en pavimentos flexibles

11.6. Definición teórica y operacionalización de variables

El sistema de variable comprende todo aquello que se va a medir, controlar y estudiar en la investigación. En este caso, las variables contienen diferentes aspectos que deben ser tomados en cuenta para su estudio; para ello, se lleva a cabo una operacionalización que permite descomponerlas en dimensiones e indicadores, estudiando detalladamente (Mejía, 2005).

Por consiguiente, especifica que actividades u operaciones deben realizarse para medir una variable. Para el cual se detalla de acuerdo a la tabla 1.1 la operacionalización de variable que se presenta a continuación.

Tabla 11.1*Operacionalización de variables*

VARIABLES	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	UNIDAD	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICION	TECNICAS E INSTRUMENTOS
VARIABLE INDEPENDIENTE: VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO	Los porcentajes óptimos de la mezcla asfáltica están comprendidos por la distribución granulométrica del agregado que corresponde a los porcentajes en peso retenido de los agregados de la mezcla y el contenido de asfalto al porcentaje en peso respecto al peso total de la mezcla.	Curva granulométrica	MAC-1	%	Cuantitativa	Razón Continua	MTC E - 504
			MAC-2	%			
			MAC-3	%			
		Porcentaje del cemento asfáltico en peso	4	%			
			4.5	%			
			5	%			
			5.5	%			
			6	%			
	6.5	%					
VARIABLE DEPENDIENTE: RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTO FLEXIBLE	La resistencia al deslizamiento también denominado fricción superficial es la fuerza desarrollada en el interfaz neumático pavimento, que resiste al deslizamiento de los neumáticos cuando se aplican los frenos de los vehículos.	Resistencia al deslizamiento	Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento	SN/Skid Number/	Cuantitativa	Razón Continua	Norma: ASTM E 303; MTC E 1004

Fuente: elaboración propia

CAPITULO II. MARCO TEORICO

12.1. Antecedentes

Internacionales

Según Cárdenas, R. (2019), en su tesis “Análisis de la resistencia al deslizamiento en mezclas mdc-19-13, utilizando agregados de la región de Tunja”, donde se tiene como objetivo evaluar la resistencia al deslizamiento de las mezclas bituminosas, tipos MDC-19-13, producidas con agregados pétreos, teniendo en cuenta la influencia de la señalización horizontal, empleando el péndulo TRRL y el círculo de arena. La metodología empleada fue un enfoque mixto, tipo experimental aplicada. Teniendo como resultado el coeficiente de pulimento acelerado de los agregados pétreos las muestras de las tres canteras arrojaron valores de resistencia al deslizamiento superiores a los mínimos exigidos por la norma INV-E-232-13 (0.45), por lo tanto cumplen para ser utilizados en carpetas de rodadura; así mismo los resultados de medida de la macrotextura superficial de un pavimento se observa como todas las muestras de gradación franja media y franja superior, presentan condición de textura fina, las cuales son recomendadas para pavimentos instalados en zonas urbanas de baja velocidad, donde la circulación vehicular está controlada y no se generan exigencias importantes de adherencia en la operación de frenado; esta condición se presenta debido a que los materiales utilizados presentan mayor cantidad de finos. En el caso de la gradación de la franja inferior, en los tres materiales analizados, la textura superficial arrojó resultados superiores a 0.4, esto indica que este tipo de pavimentos se pueden utilizar para vías con velocidad de operación de hasta 120 km/h debido a que presentan mejores condiciones de fricción por ser mezclas más abiertas, y por último se tiene que el coeficiente de resistencia al deslizamiento de las briquetas sin pintura acrílica y luego de ser pintadas los valores de coeficiente de resistencia al deslizamiento cumplen para todos los casos el mínimo requerido para tránsito NT1 (0.45 min.), en el caso de tránsito NT2 (0.5 min.), en lo que corresponde a las franjas granulométricas por cuanto en los análisis estadísticos de la prueba t los valores obtenidos de t son superiores a t crítico. Con respecto a la utilización de pintura acrílica en las briquetas se observó que un estimado de 45% de coeficiente de resistencia al deslizamiento lo que genera que las muestras no cumplan con los valores mínimos admisibles para las carpetas de rodadura. Finalmente concluye que los análisis comparativos de las briquetas elaboradas en laboratorio arrojaron resultados favorables, dado que todos los valores de resistencia al deslizamiento

obtenidos superaron los valores mínimos exigidos superiores a 0.45 según norma INV-E-232, En relación a la aplicación de pintura acrílica a las briquetas se observan perdidas promedio de 45% de coeficiente de resistencia al deslizamiento lo que genera que las muestras no cumplan con los valores mínimos admisibles para las carpetas de rodadura, Es importante diseñar capas de rodadura que generen valores macrotextura superiores a 0.4, de ser necesario implementar demarcación vial, se recomienda adicionar algún aditivo que garantice que no disminuya la resistencia al deslizamiento de la capa de rodadura especialmente en tramos críticos de concentración de accidentes.

Según Fleites, L. (2017), en su tesis “Resistencia al deslizamiento y textura superficial en pavimentos flexibles en la carretera rural Santa Clara – Manicaragua”. Donde se tiene como objetivo determinar la resistencia al deslizamiento y textura superficial en pavimentos flexibles en la carretera rural Santa Clara - Manicaragua mediante los ensayos del péndulo británico y el círculo de arena. Es por ello que se hizo un análisis de la bibliografía acerca del tema, de los métodos para determinar la resistencia al deslizamiento y la textura superficial en el mundo y en Cuba. donde utilizo la metodología de la I.N.V.E-792-07 para la medición del coeficiente de resistencia al deslizamiento mediante el método del péndulo británico y la NLT-335/87 para la medición de la textura superficial de un pavimento por el método del círculo de arena a partir de la selección de la carretera, selección del tramo, determinación de la muestra, evaluación de la resistencia al deslizamiento y textura superficial y análisis de los resultados. La medición por el método del círculo de arena permitió que se clasifique la macrotextura del pavimento como fina y la del método del péndulo británico permitió que se clasifique la microtextura del pavimento en un estado de malo, por lo que la vía presenta un potencial para la ocurrencia de accidentes de tránsito y requiere de acciones de conservación. Donde concluye que la influencia de los resultados de la clasificación de la textura superficial de un pavimento y del coeficiente de resistencia al deslizamiento en la adherencia neumático-pavimento, resultando el tramo seleccionado de categoría III con condiciones inseguras, peligro de circulación, velocidad limitada, con un alto índice de accidentalidad siendo de interés dicha investigación del Centro Provincial de Ingeniería del Tránsito, lo que requiere de acciones de conservación.

Según Acosta et al. (2020), en su artículo de investigación, “Determinación de resistencia al deslizamiento de pavimento interno en concreto asfáltico natural tramo K0+490 del condominio El Cortijo, Valle del Cauca”, desarrollo la problemática del coeficiente de resistencia a la fricción de los pavimentos en asfalto natural, donde se tiene como objetivo principal determinar la resistencia al deslizamiento de pavimento interno en concreto asfáltico natural de un caso real en el condominio El Cortijo, Valle del Cauca a partir del tramo K 0+490. El trabajo de campo que ha desarrollado fue bajo la norma de ensayo INV E-792-13 (Medida del coeficiente de resistencia al deslizamiento usando el péndulo británico), Esta norma describe el procedimiento para medir las propiedades superficiales de fricción de un pavimento utilizando el péndulo británico (British Pendulum Skid Resistance Tester) tomando 4 puntos de referencia cada 20 metros en un trayecto de 700 metros de los cuales ninguna de ellas podrá presentar un valor inferior a 0.50. Mediante el empleo del GPS se generó el levantamiento de longitud y elevación del tramo estudiado, el ensayo se llevó a cabo en una mezcla asfáltica natural compuesto por material granular fino (87% - 90%) y crudo de petróleo (10% - 13%), el asfalto natural es una combinación de múltiples hidrocarburos parafínicos, aromáticos y compuestos con bajo contenido de azufre nitrógeno y oxígeno, también, se analizó el contraste de la norma INV 442P en cumplimiento del concreto asfáltico natural instalado en el tramo estudiado, teniendo en cuenta que al momento de realizar el ensayo las vías tenían un tiempo de construcción entre 6 y 120 días. Concluyendo finalmente que el ensayo de CRD cumplió todas las normativas y dio un valor dentro del límite requerido. En el desarrollo del trabajo de investigación se ejecutaron pruebas en campo, con mínimo treinta (30) días de la puesta en servicio de dichos tramos, con el fin de determinar el coeficiente de resistencia al deslizamiento (CRD), A partir de las muestras obtenidas, en acuerdo con la norma de ensayo INV E-792-13, la norma describe el procedimiento para medir las propiedades superficiales de fricción (resistencia al deslizamiento) de un pavimento utilizando el péndulo británico (British Pendulum Skid Resistance Tester), Debido a que la resistencia al deslizamiento está directamente relacionada con la seguridad de los usuarios, se han obtenido muestras en diferentes puntos del tramo los cuales arrojaron diferentes resultados del CRD variando entre el más bajo de 0.62 hasta el más alto de 0.68, de acuerdo con la normal el valor mínimo de CRD es de 0.50, con lo que concluimos que el asfalto es óptimo y su uso es seguro para los usuarios. El coeficiente de resistencia al deslizamiento CRD es un parámetro que se ha venido evaluando en Colombia en los últimos años, ya que hace parte fundamental para determinar el estado de las vías, los detalles de los resultados obtenidos de

los puntos del presente trabajo están por encima del valor mínimo, los valores mínimos hallados en este trabajo de campo fueron los de las abscisas (580, 600), con un CRD de 0.62, a pesar de ser los valores más bajos en el ensayo no representa ningún riesgo para los usuarios de este tramo, ya que se encuentra por encima del valor que nos exige la norma. Con las muestras extraídas del ensayo se confirma que el asfalto natural tipo 1B que es una mezcla asfáltica natural compuesta por material granular fino (87%- 90%) y crudo de petróleo (10% - 13%), con un tamaño máximo del agregado $\frac{3}{4}$ " y un tamaño nominal del agregado $\frac{1}{2}$ ", Mediante un proceso natural de larga duración, las arenas presentes en la mina fueron impregnadas por el hidrocarburo. Su clasificación es asfalto tipo arena bituminosa de bajo contenido de Bitumen. El bitumen presente posee características que lo asemejan al asfalto 80/100 producido por procesos de refinación del crudo. Al igual que las fracciones pesadas del petróleo crudo, el asfalto natural, es una combinación de múltiples hidrocarburos parafínicos, aromáticos y compuestos con bajo contenido de azufre nitrógeno y oxígeno; casi en su totalidad solubles en sulfuro de carbono heterocíclicos y bajo contenido de hidrocarburos livianos. En la elaboración de una mezcla natural asfáltica se emplean materiales pétreos de gradación definida y materiales bituminosos en proporción relativa a los agregados minerales, tanto los unos como los otros requieren un grado determinado de procesamiento industrial. Los análisis en los ensayos de laboratorio determinan una fórmula de trabajo que permite la dosificación perfecta que garantiza la durabilidad, los módulos de rigidez y su viscosidad óptima para obtener la densidad máxima.

Según Ariyapijati et. al (2018), en su artículo de investigación "Skid resistance of gap graded hot-mix asphalt with added crumb rubber", indica que Road surface condition is a critical factor that determines road safety. La superficie pavimentada de la carretera debe tener suficiente resistencia al deslizamiento para permitir que un vehículo que pasa sobre ella acelere y se detenga/frene de manera segura y cómoda. La mezcla asfáltica en caliente graduada para brechas se usa generalmente como una capa no estructural e impermeable para proteger las capas estructurales. La mezcla asfáltica de láminas laminadas en caliente (HRS) tiene cavidades más grandes que requieren más asfalto en comparación con otros tipos de pavimento asfáltico. La adición de caucho granulado (CR) a la mezcla asfáltica se realizó por el método de mezcla seca y la mezcla resultante se adicionó al agregado. Este estudio utiliza pavimentos asfálticos separados que contienen asfalto natural de un producto procesado llamado Astuto Retona blend 55. Se agregó

CR a la mezcla asfáltica en proporciones de 0.5 %, 1 %, 1.5 % y 2 %. Este material agregado mejora el desempeño de la mezcla asfáltica. La resistencia al deslizamiento de la capa superficial pavimentada aquí estudiada utilizó el péndulo británico para variaciones de temperatura de la superficie del pavimento de 25 °C, 30 °C, 35 °C, 40 °C, 45 °C y 50 °C. La utilización de CR derivado del polvo de caucho de neumáticos usados brinda el beneficio de reutilizar materiales de desecho que pueden ayudar a preservar el medio ambiente. La mezcla asfáltica en caliente graduada con huecos con CR agregado y Asbuton Retona blend 55 modificado con asfalto ha mostrado una mejora en el número de patines. Estos resultados muestran que el pavimento de mezcla asfáltica en caliente con asfalto modificado es más impermeable y proporciona una mejor resistencia al deslizamiento.

Nacionales

Barraza, G. (2004), en su tesis, “Resistencia al deslizamiento en pavimentos flexibles: propuesta de norma peruana”. Dentro de las conclusiones que derivan de este estudio se tiene que el factor más importante que afecta la resistencia al deslizamiento entre un neumático y la superficie de la carretera es la textura de la superficie. Mientras exista una apropiada textura de la superficie, es más fácil poder atenuar a otros factores que pueden afectarla. Por otra parte, afirma el autor de este trabajo, que los valores obtenidos en la evaluación realizada de los pavimentos peruanos han demostrado que la calidad de agregados pétreos que se han usado es adecuada, sin embargo, en el proceso constructivo y diseño se han presentado fallas que genera una inadecuada evacuación del agua. Finalmente, en la Propuesta de Norma, el autor ha considerado los valores mínimos y promedios que puedan adecuarse a las particularidades de las carreteras peruanas, sin embargo, sin eximir el grado de exigencia, tomando en cuenta que los valores obtenidos en las evaluaciones, más aún en lo referente a la macrotextura, no suelen ser óptimas comparada con las normas internacionales.

Según Mundaca, J. (2019), en su investigación “Evaluación del coeficiente de fricción del pavimento en 10 vías rápidas en Arequipa usando el péndulo de fricción británico TRRL”, Indica que en este proyecto de tesis tiene como finalidad conocer el estado de diez vías rápidas en

Arequipa enfocado a la seguridad vial. Para ello han evaluado la resistencia al deslizamiento que está en función de la microtextura y la macrotextura del pavimento. La no adecuada fricción entre el neumático y el pavimento disminuye la adherencia entre estos influenciando en el aumento del riesgo a sufrir pérdida de control del vehículo por hidroplaneo. Para este proyecto se planteó usar equipos de medición en campo como el péndulo de fricción británico (ASTM E-303) este ensayo con la finalidad de obtener el coeficiente de resistencia al deslizamiento (CRD) en condiciones más desfavorables (pavimento mojado), el otro ensayo a realizarse es el del Círculo de Arena (ASTM E-965) cuya finalidad es encontrar la profundidad textura media superficial (PT) del pavimento. Se realizó una inspección de las 10 vías a evaluar con la finalidad de establecer los puntos donde realizar los ensayos. Obtenidos los valores de la profundidad de textura (PT) y el coeficiente de resistencia al deslizamiento (CRD) se calcula el Índice de Fricción internacional (IFI) basado en el experimento realizado en la década del 90 en Europa por la asociación mundial de carreteras (PIARC) para poder armonizar resultados de los diferentes equipos que evalúan la resistencia al deslizamiento y la textura superficial a través del coeficiente de fricción (ASTM E-1960). Finalmente, obtenido los valores del IFI de las 10 vías evaluadas, se escogió 6 puntos de las diferentes pruebas realizadas en las 10 vías para extraer muestras de carpeta de rodadura. La ubicación de las extracciones fue según los resultados obtenidos de las mediciones en campo, se extrajeron 2 muestras con los valores más desfavorables, 2 con los valores más favorables y 2 muestras con valores intermedios del IFI. Se concluyó que el 80% de las vías evaluadas (8 de 10 vías) requiere un mantenimiento superficial para mejorar la microtextura y la macrotextura superficial del pavimento. De las diez vías evaluadas solo dos cumplen con el índice de fricción internacional (IFI* Umbral), estas vías son: Avenida Parra y Avenida Alfonso Ugarte. Nueve de las diez vías evaluadas cumplen con un CRD mayor o igual a 0.45 medido con el péndulo británico y solo una vía (Av. Aviación) presenta un CRD=0.42 por debajo del CRD mínimo.

Que a su vez ocho de las diez vías evaluadas cuentan con una profundidad de textura media (PT) menor a 0.70 mm lo cual ocasiona que cuando estas se encuentren en condiciones húmedas y a elevadas velocidades aumente el riesgo de perder el control del vehículo debido al hidroplaneo.

Según Morales y Suyo (2022) en su investigación “Métodos de medición de la textura de la carpeta asfáltica para hallar la incidencia en el riesgo de accidentes”, tuvo como objetivo determinar la textura de la carpeta asfáltica aplicando los métodos Péndulo Británico o TRRL,

Círculo de Arena, SCRIM, Texturómetro basado en visión artificial y Perfilómetro inercial que inciden en el riesgo de accidentes, el análisis de los resultados de las mediciones de la textura, especialmente de la micro textura y macro textura de la carpeta asfáltica, fueron recolectadas de tesis investigadas en un ámbito internacional. Logrando identificar los equipos de bajo rendimiento y alto rendimiento, ya que no trabajan con los mismos mecanismos y su toma de mediciones varían en cuanto a la velocidad y magnitud, para eso se realizó comparaciones entre los resultados de los dos equipos, uno de bajo rendimiento con uno de alto rendimiento. Con la ayuda de este análisis de resultados que nos muestran los tesis en sus investigaciones hemos podido diferenciar las deficiencias que presentan los equipos de bajo rendimiento como el ensayo del círculo de arena y el péndulo británico TRRL frente a los equipos de alto rendimiento, siendo el más resaltante el del error del operador. Por otro lado, se identificó los principales factores de incidencia en el riesgo de accidentes, los cuales son: la adherencia para la micro textura y el drenaje para la macro textura, ya que cada uno de ellos tiene como consecuencia a la pérdida de fricción e hidropelante, respectivamente.

Locales

Según Marcelo, P. (2019) en su investigación “Análisis de las propiedades físicas mecánicas de los agregados extraídos de las canteras “Cochamarca y Sacra Familia” y su influencia en la resistencia a la compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en la Provincia y Región de Pasco – 2019”, los ensayos se realizaron en el laboratorio de la Escuela de Formación profesional de Ingeniería Civil – Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, donde se planteó como objetivo el determinar de las propiedades físicas mecánicas de los materiales pétreos y determinar la resistencia mecánica del concreto elaborado con los agregados extraídos de las canteras Cochamarca y Sacra familia. Para llevar a cabo estos ensayos se utilizaron muestras representativas de agregados (Fina y Gruesa) de las canteras "Cochamarca y Sacrafamilia"; para luego ser ensayadas de acuerdo a las distintas normas de acuerdo al tipo de ensayo, obteniendo las propiedades físicas mecánicas de los agregados; mediante el cual sirvieron para el diseño de mezcla de una resistencia de diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. La diferencia de la resistencia a la compresión del concreto elaborado, en base a las características de los agregados de las canteras "Cochamarca" y "Sacra familia". Se evidencia que las propiedades físicas del agregado que

proviene de la cantera Cochamarca, es superior en cuanto al ensayo de la resistencia a la compresión.

12.2. Bases teóricas

Mezcla asfáltica

Minaya y Ordoñez (2001), Una mezcla asfáltica en caliente consiste en la combinación uniforme de agregados con cemento asfáltico.

Mezcla asfáltica en caliente con el método Marshall

Cáceres, C. (2007), El propósito del método Marshall es determinar el contenido óptimo de asfalto para una combinación específica de agregados. El método también provee información sobre propiedades de la mezcla asfáltica en caliente, y establece densidades y contenidos óptimos de vacío que deben ser cumplidos durante la construcción del pavimento.

Rondon et al. (2007), Busca evaluar en laboratorio el cambio en la resistencia mecánica que experimentan mezclas asfálticas densas en caliente cuando se adicionan, por vía húmeda, al cemento asfáltico aditivos poliméricos producto de desechos industriales del tipo plastómero (policloruro de vinilo, polietileno de alta densidad y poliestireno). Para tal fin se implementó el ensayo Marshall. De los resultados obtenidos se concluye que la resistencia mecánica de mezclas asfálticas modificadas con desechos del tipo plastómero es mayor en comparación con las convencionales (mezclas que emplean asfaltos sin ningún aditivo).

MTC (2013), El principal objetivo del diseño de la mezcla asfáltica es determinar la proporción óptima de los componentes (asfalto, agregado, aire, aditivos) que garanticen el mejor desempeño de ésta durante el período de diseño de una estructura de pavimento flexible o semirrígido. La mejor selección de estas proporciones debe garantizar lo siguiente:

- Suficiente ligante para garantizar una adecuada resistencia al agrietamiento por fatiga y durabilidad (resistencia al daño por humedad).
- Suficiente estabilidad y rigidez de la mezcla, para resistir las deformaciones debidas al tránsito.
- Suficientes vacíos de aire que facilitan la densificación de la mezcla por cargas de tránsito, sin que se presenten exudaciones o pérdidas de estabilidad (flujo plástico). Así mismo, un

porcentaje de vacíos adecuado para prevenir el ingreso de agua y aire a la mezcla (resistencia al envejecimiento y al daño por humedad).

- Suficiente trabajabilidad que garantice la eficiente colocación de la mezcla sin segregación y consumo tolerable de energía de densificación.

- ***Suficiente resistencia al deslizamiento*** y bajo nivel de ruido, si la mezcla va a ser usada como capa de rodadura.

La metodología de diseño Marshall tiene como finalidad fundamental encontrar la combinación adecuada de agregados minerales y cemento asfáltico, que permita brindarle a la mezcla asfáltica resultante una serie de características físicas y de resistencia que se establecen tanto en los requisitos contractuales de calidad, como en el diseño de la mezcla asfáltica. Las Disposiciones Viales del Perú definen los requisitos que cuantifican la calidad de la mezcla asfáltica a través de la definición de valores límites de algunos parámetros específicos para la mezcla asfáltica, tanto de la metodología Marshall como de características volumétricas, a saber: contenido de vacíos de la mezcla, estabilidad, flujo, vacíos en el agregado mineral (VMA), vacíos llenos de asfalto (VFA), correspondientes de la metodología Marshall y el parámetro volumétrico de la relación polvo/asfalto. Por otra parte, estas mismas disposiciones indican que la Administración deberá aprobar el Diseño de Mezcla presentado por el Contratista, previo al inicio de la producción de mezcla asfáltica bajo este diseño; sin embargo, esta aprobación no contempla un análisis específico de los parámetros del diseño que permita establecer alguna posible particularidad del mismo, tal como la restricción del rango de contenido de asfalto indicado, que se define en la metodología Marshall como el óptimo $\pm 0,5\%$.

según Sequeira y Cervantes (2014), La metodología de diseño Marshall tiene como finalidad fundamental encontrar la combinación adecuada de agregados minerales y cemento asfáltico, que permita brindarle a la mezcla asfáltica resultante una serie de características físicas y de resistencia que se establecen tanto en los requisitos contractuales de calidad, como en el diseño de la mezcla asfáltica. Las Disposiciones Viales de Costa Rica definen los requisitos que cuantifican la calidad de la mezcla asfáltica a través de la definición de valores límites de algunos parámetros específicos para la mezcla asfáltica, tanto de la metodología Marshall como de características volumétricas, a saber: contenido de vacíos de la mezcla, estabilidad, flujo, vacíos en el agregado mineral (VMA), vacíos llenos de asfalto (VFA), correspondientes de la metodología Marshall y el parámetro volumétrico de la relación polvo/asfalto. Este trabajo tiene como objetivo

explicar la metodología utilizada por la Auditoría Técnica del Lanamme UCR para evaluar la consistencia de los diseños de mezcla que se emplean para elaborar las mezclas asfálticas de diversas obras viales en Costa Rica y evidenciar los resultados más relevantes de dichas evaluaciones.

12.2.1.1. Calidad del agregado grueso y fino

Se evaluarán la calidad de los agregados en función a establecido en la norma del MTC en las especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013, para lo cual se detallarán los requerimientos de acuerdo a la tabla 2.1 y 2.2.

Tabla 12.1

Requerimiento para los agregados gruesos

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.

FUENTE: Manual de especificaciones técnicas para la construcción de carreteras de MTC.

Tabla 12.2

Requerimiento de los agregados finos

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	AASTHO 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.

FUENTE: Manual de especificaciones técnicas para la construcción de carreteras de MTC.

12.2.1.2. Gradación de agregados pétreos

La gradación de los agregados pétreos para la producción de la mezcla asfáltica en caliente deberá ajustarse a alguna de las siguientes gradaciones y serán propuestas por el Contratista y aprobadas por el Supervisor. el material de la mezcla de los agregados debe estar libre de terrones de arcilla y se aceptará como máximo el 1% de partículas deleznable, para lo cual la gradación estará en función a la tabla 2.3, y que a su vez deberá responder a algunos de los usos granulométricos de acuerdo a la figura 2.1.

Tabla 12.3

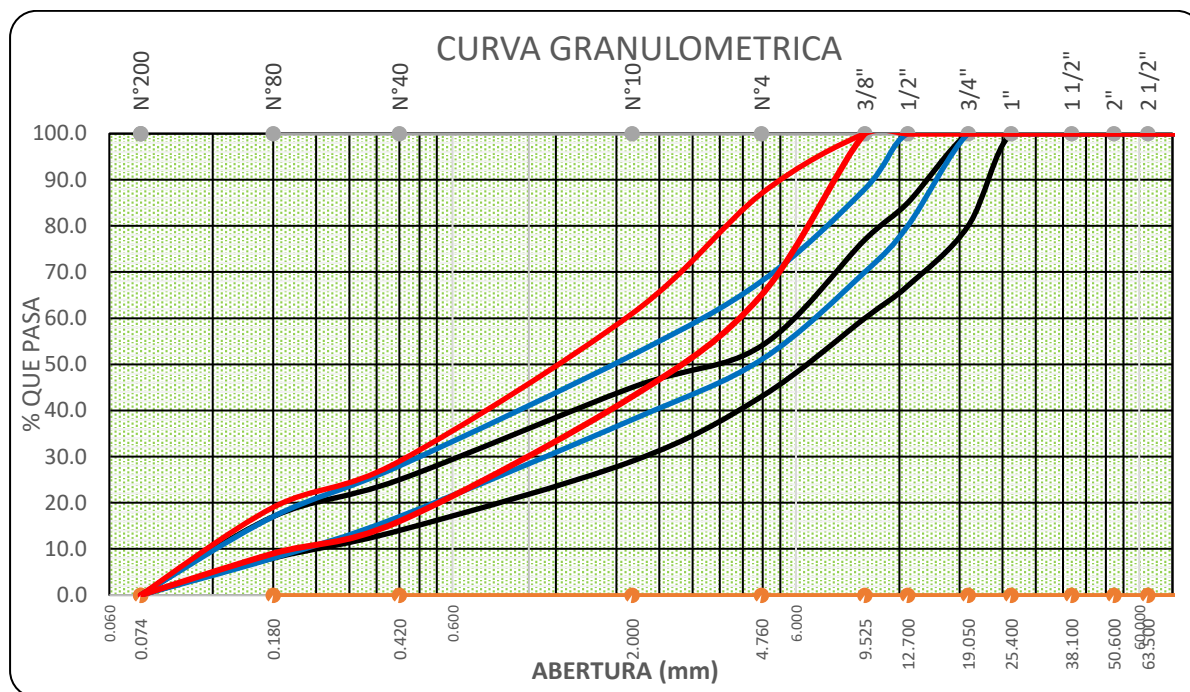
Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC)

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC -1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100		
19,0 mm (3/4")	80-100	100	
12,5 mm (1/2")	67-85	80-100	
9,5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4,75 mm (N.º 4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N.º 10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N.º 40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N.º 80)	8-17	8-17	9-19

FUENTE: Manual de especificaciones técnicas para la construcción de carreteras de MTC.

Figura 12.1

Usos granulométricos para mezcla asfáltica en caliente (MAC1, MAC2 y MAC3)



Fuente: elaboración propia

12.2.1.3. Calidad del cemento asfáltico

El cemento asfáltico a emplear en los riegos de liga y en las mezclas asfálticas elaboradas en caliente será clasificado por penetración y viscosidad absoluta. Su empleo será según las características climáticas de la región, el cual se detalla en la tabla 2.4, 2.5, 2.6.

Tabla 12.4.

tipo de asfáltico	Temperatura Media Anual				Selección del cemento
	24°C o mas	24°C - 15°C	15°C - 5°C	Menos de 5°C	
45-50	o				
60-70	o	60-70	85-100	Asfalto	
modificado			120-150	Modificado	

FUENTE: Manual de especificaciones técnicas para la construcción de carreteras de MTC.

Tabla 12.5.

Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por penetración

Tipo		Grado penetración									
Grado	Ensayo	PEN 40 – 50		PEN 60 – 70		PEN 85 - 100		PEN 120 - 150		PEN 200 - 300	
		min	más	min	más	min	más	min	más	min	más
Pruebas sobre el material bituminoso											
Penetración a 25°C, 100g, 5s, 0,1mm	MTC E 304	40	50	60	70	85	100	120	150	200	300
Punto de inflamación, °C	MTC E 312	232		232		232		218		177	
Ductilidad, 25°C, 5cm/min, cm	MTC E 306	100		100		100		100		100	
Solubilidad en Trifloro – Etileno, %	MTC E 302	99,0		99,0		99,0		99,0		99,0	
Índice de penetración (susceptibilidad térmica) ⁽¹⁾	MTC E 304	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1
Ensayos de la mancha (Ilienses) ⁽²⁾											
Solvente Nafta – Estándar	AASHTO M 20	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Solvente Nafta – Xileno, %Xileno		Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Solvente Heptano – Xileno, %Xileno		Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Pruebas sobre la Película Delgada a 163°C, 3,2mm, 5h											
Pérdida de masa, %	ASTM D 1754		0,8		0,8		1,3		1,3		1,5
Penetración retenida después del ensayo de película fina, %	MTC E 304	55+		52+		47+		42+		37+	
Ductilidad del residuo a 25°C, 5 cm/min, cm ⁽¹⁾	MTC E 306			50		75		100		100	

FUENTE: Manual de especificaciones técnicas para la construcción de carreteras de MTC.

Tabla 12.6.

Especificaciones del cemento asfáltico clasificado por viscosidad

Características	Grado de viscosidad				
	AC – 2,5	AC - 5	AC - 10	AC - 20	AC - 40
Viscosidad absoluta a 60°C, Poises	250±50	500±100	1.000±200	2.000±400	4.000±800
Viscosidad cinemática, 135°C St mínimo	80	110	150	210	300
Penetración 25°C, 100gr, 5s mínimo	200	120	70	40	20
Punto de inflamación COC, °C mínimo	163	177	219	232	232
Solubilidad en tricloroetileno, %masa, mínimo	99	99	99	99	99
Pruebas sobre el residuo del ensayo de película fina					
➤ Viscosidad absoluta, 60°C, Poises máximo	1.250	2.500	5.000	10.000	20.000
➤ Ductilidad, 25°C, 5cm/min, cm, mínimo	100	100	50	20	10
Ensayo de la Mancha (Ilienses)					
Solvente Nafta – Estándar	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Solvente Nafta – Xileno, %Xileno	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Solvente Heptano – Xileno, %Xileno	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

FUENTE: Manual de especificaciones técnicas para la construcción de carreteras de MTC.

El pedido del cemento asfáltico se realizará a la empresa PROVEEDOR DE ASFALTOS el cual, a través de su ficha técnica, nos permitirá comparar las especificaciones del producto con la norma peruana que es el MTC correspondiente al manual de carreteras especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013.

12.2.1.4. Requisitos de la mezcla asfáltica

Las características de calidad de la mezcla asfáltica, deberán estar de acuerdo con las exigencias para mezclas de concreto bituminoso que se indican en la tabla 2.7.

Tabla 12.7.

Requisitos para mezcla de concreto bituminoso

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8,15 kN	5,44 kN	4,53 kN
3. Flujo 0,01” (0,25 mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3-5	3-5	3-5
5. Vacíos en el agregado mineral	<u>Ver Tabla 423-10</u>		
Inmersión – Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	2,1	2,1	1,4
2. Resistencia retenida % (mín.)	75	75	75
Relación Polvo – Asfalto (2)	0,6-1,3	0,6-1,3	0,6-1,3
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1.700-4.000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta	80 Mín.		
AASHTO T 283			

Fuente: Manual de especificaciones técnicas para la construcción de carreteras de MTC.

Textura superficial del pavimento

Rivas, J. (2017), Los pavimentos tienen características estructurales y características superficiales, dentro de las características superficiales existe a lo que llamamos la superficie de rodadura o carpeta asfáltica que es por donde circulan los vehículos. Así, encontramos aquí a la textura, la cual nos dará la comodidad y sobre todo la seguridad para los usuarios, indispensable para el cuidado de las carreteras, esta textura afecta de primera mano en la capacidad del pavimento para drenar el agua de la condición neumático-pavimento y, de forma indirecta en el valor del coeficiente de fricción o

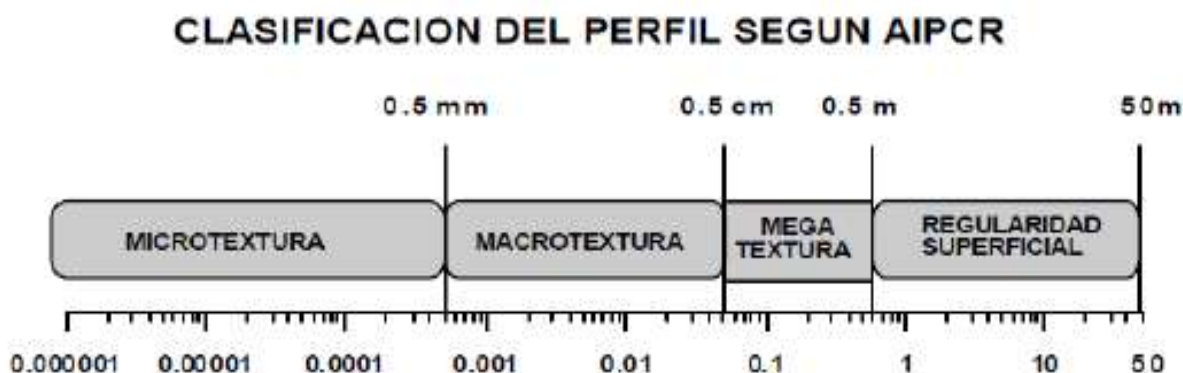
rozamiento del pavimento, pero no solo la textura daría solo seguridad y comodidad, también está el nivel del ruido del tráfico, y en el aspecto económico también es resaltante la textura ya que va influir en el consumo de combustible, el daño de los vehículos porque va haber un desgaste de los neumáticos.

Clasificación de la Textura

Crespo del Río. AEPO, (1999) “Durante el Congreso Mundial de la AIPCR celebrado en Bruselas en 1987 se definieron tres bandas de textura: microtextura, macrotextura y megatextura. Su definición fue establecida por un grupo trabajo de la ISO a partir de la propuesta inicial de la AIPCR.”

Figura 12.2

Clasificación del perfil según AIPCR, longitudes de onda asociado a cada tipo de textura.



FUENTE: Asociación Mundial de Carreteras AIPCR

12.2.1.5. Microtextura

Crespo del Río (1999) señala que “la microtextura son desviaciones de la superficie de pavimento para una superficie plana, con longitudes de onda menores a 0,5 mm que nos garantiza adherencia ya que nos proporciona el contacto directo entre el neumático y pavimento” (Roco, 2016).

La microtextura es la textura superficial de los agregados pétreos y se podría decir que una forma indirecta de hallar el valor de la microtextura es a través del coeficiente de fricción, ya que la microtextura siempre es necesario inclusive cuando la superficie de rodadura esté seca (Fleites, 2017). Por esta razón tiene relación con la resistencia al deslizamiento, porque para que el

pavimento ofrezca la adherencia necesaria a cuál sea la velocidad a la que vaya un vehículo debe poseer una microtextura áspera.

Figura 12.3

Relación Fricción Neumático – Pavimento con Velocidad Vehicular

Macro textura $\geq 0,5\text{mm}$ > Micro Textura		
Perfil del pavimento	Macro Textura	Micro Textura
	Tosco	Áspero
	Tosco	Pulido
	Liso	Áspero
	Liso	Pulido

FUENTE: Manual de Seguridad Vial MTC

Resistencia al deslizamiento

2.2.7 SCT, (2016), La resistencia al deslizamiento en los pavimentos está asociada a los dos tipos de textura los cuales son: la microtextura y macrotextura, la microtextura proporciona la adherencia suficiente entre neumático-pavimento y esto se da a través de las asperezas de las partículas individuales del agregado pétreo, y la macrotextura proporciona el drenaje, ya que va a facilitar la evacuación del agua existente en la superficie de rodadura producto de lluvias o filtración de agua de algún lugar y así pueda evitarse el fenómeno llamado hidropneumático.

2.2.8 MTC manual de ensayo de materiales E 1004 (2013, p.979), Entonces la resistencia al deslizamiento viene a ser: “la fuerza que se desarrolla a lo largo de la superficie de un pavimento, cuando un neumático está frenado o impedido de girar, usualmente, la resistencia al deslizamiento es comprendida como la propiedad de una superficie que impide el deslizamiento de un cuerpo sobre ella”.

2.2.9 Cárdenas, R. (2019), Se le puede llamar resistencia o fricción al deslizamiento, entonces cuando tengamos que hallar esta adherencia necesaria entre neumático-pavimento se tendrá que hallar el parámetro de coeficiente de rozamiento, este valor de coeficiente de rozamiento no solo va depender

de la condición de la carretera o mejor dicho de la carpeta asfáltica sino que también de otros factores que ya vienen a ser responsabilidad de uno mismo como conductor o usuario ,por ejemplo: en qué estado se encuentra los neumáticos del vehículo o también la velocidad en que uno conduce; también otro factor son los fenómenos naturales tales como: Lluvia, filtración de agua, nieve, etc.

2.2.10 Cárdenas, R. (2019), Por lo tanto, este parámetro o valor de la resistencia al deslizamiento que deben tener los pavimentos en su última capa (carpeta asfáltica) deberían de ser revisados cada cierto periodo a través de equipos y ensayos, por la razón de que el nivel de adherencia que tiene que haber entre neumático-pavimento a través del tiempo se deteriora por acción del tráfico, ya que la superficie de rodadura se va puliendo por la carga de los vehículos que transitan diariamente por ella.

Resistencia al deslizamiento de la carpeta asfáltica

2.2.11 Gálvez (2005), De acuerdo con estas características definidas, la carpeta asfáltica debe proporcionar una superficie con resistencia al deslizamiento, y proveer de una superficie lisa y uniforme para la transportación, en este particular, la capa superficial también debe ser duradera y con la capacidad de resistir fracturas y desprendimientos sin llegar a volverse inestable ante las condiciones del tráfico y el clima. Por lo general, se construye sobre una capa de base, la capa superficial del pavimento flexible está compuesto por una mezcla de agregados minerales y de material bituminoso. Normalmente para la capa superficial es preparado por mezclado en la planta de agregados calientes, relleno mineral y cemento asfáltico

2.2.12 MTC especificaciones técnicas generales para construcción EG (2013), En el caso de mezclas compactadas como capa de rodadura, el coeficiente de resistencia al deslizamiento luego del curado de la mezcla deberá ser, como mínimo, de 0,45 en cada ensayo individual, debiendo efectuarse un mínimo de 2 pruebas por jornada de trabajo.

Péndulo Británico

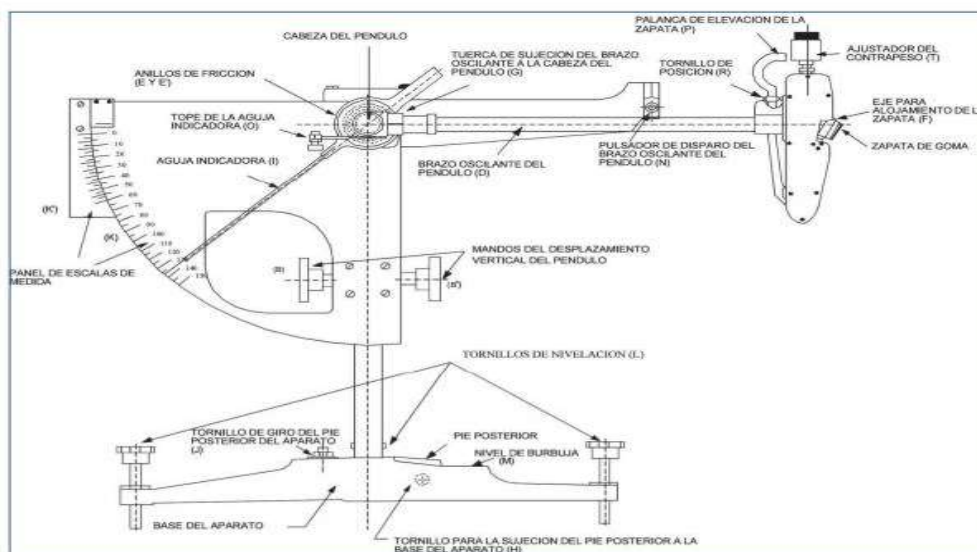
2.2.13 De acuerdo a la ASTM (sociedad estadounidense para pruebas de materiales) E 303 (2013), el péndulo británico es un método de prueba que mide la propiedad de fricción, microtextura, de las superficies, ya sea en el campo o laboratorio.

2.2.14 MTC E-1004 manual de ensayo de materiales E 1004 (2013), El Péndulo Británico, es un péndulo dinámico que se usa para medir la energía que se pierde cuando el borde de un patín de goma se desliza sobre una superficie.

Se emplea el aparato representado en la Ilustración 4, desarrollado y diseñado por el Transport and Road Research Laboratory, cuyas características son las siguientes: La masa del péndulo en sí, incluidas la zapata y la placa de apoyo, debe ser de 1500 ± 30 g. Su centro de gravedad está sobre el eje del brazo a una distancia de 411 ± 4 mm del centro de oscilación. El arco circular descrito por el borde del base centrado en el eje de suspensión, tiene un radio de 508 mm. El patín pendular ejerce una fuerza de $24,52 \pm 0,98$ N sobre la superficie de ensayo y su posición intermedia. La variación de la tensión del resorte de la zapata no debe exceder los 216 N/m.

Figura 12.4

Péndulo del TRRL (Péndulo Británico)



Fuente: Figura referencial extraída de la Norma MTC E 1004

12.3. Bases conceptuales

Agregado: Material granular de composición mineralógica como la grava, arena, escoria, roca triturada que es usada para mezclar en distintos tamaños.

Cantera. Depósito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras.

Granulometría: Representación de la distribución de los tamaños que posee el agregado grueso mediante el proceso de tamizado según especificaciones técnicas.

Diseño: Un diseño es el resultado final de un proceso, cuyo objetivo es buscar una solución.

Textura: Se define como la irregularidad que se genera por las características y exposición de los agregados en la superficie de rodadura. Se sabe que la superficie de rodadura de una vía está constituida por el conjunto de áridos más cemento o ligante bituminoso.

Viscosidad: Es la resistencia que tienen las moléculas que conforman un líquido para separarse unos a otros.

12.4. Bases epistemológicas o bases filosóficas o bases antropológicas

Como la conciben diversos autores, la investigación científica se considera un proceso de ejercicio del pensamiento humano, que incluye un estudio específico de la parte real del estudio, una explicación de las razones que determinan sus características de desarrollo, un enfoque predictivo del desarrollo del fenómeno estudiado y una evaluación que permita establecer la validez de ese fenómeno para dar respuesta de manera científica. (Guadarrama, 2004)

En el caso del presente estudio, se establece una vinculación de las herramientas metodológicas y tecnológicas de la ingeniería civil, para el análisis de la distribución granulométrica y porcentaje de asfalto, que tendrá como efecto en la resistencia al deslizamiento de la carpeta asfáltica, lo cual permitirá generar una serie de datos e información precisa sobre las variables que intervienen, y a su vez, generar nuevas alternativas de solución que propicien mejorar su condición.

CAPITULO III. METODOLOGIA

13.1. Ámbito

El ámbito geográfico en el que se desarrolló esta investigación está constituido por las distintas combinaciones de distribución granulométricas y % de asfalto empleados para la elaboración de mezclas asfálticas utilizados en pavimentos flexibles en la provincia y región de Pasco ubicado a más de 4,330.00 m.s.n.m.

El ámbito temporal es el presente año 2023.

13.2. Población

La población, es el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado. Cuando se vaya a llevar a cabo alguna investigación debe de tenerse en cuenta algunas características esenciales al seleccionarse la población bajo estudio. (Wigodki, 2015, Navarro,2015, p. 10).

La población en el presente estudio está conformada por las distintas combinaciones de distribución granulométrica MAC1, MAC2, MAC3 y porcentajes de asfalto al 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5% que componen las mezclas asfálticas elaborados con los agregados de la cantera SACRA FAMILA que son utilizados en pavimentos flexibles en la provincia y región de Cerro de Pasco.

13.3. Muestra

“Las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección orientado por las características de la investigación, más que por un criterio estadístico de generalización...” (Hernández et al., 2014).

En la presente investigación, la muestra está constituido por 27 muestras realizados en laboratorio elaborados por distintas gradaciones de agregados y diferentes porcentajes de asfalto.

Para la presente investigación en estudio, la muestra se ha determinado de manera no probabilística por juicio – criterio, siendo racionales que son establecidos por el tesista, dado que no se requiere de un empleo estadístico para la obtención de la cantidad de la muestra.

La cantidad de muestra de estudio a realizar por cada tipo de mezcla es de acuerdo a los antecedentes de las investigaciones desarrolladas y textos bibliográficos para mezclas asfálticas.

Por lo que se ha considerado realizar 3 moldes del optimo contenido de asfalto para cada MAC entre los limites inferior, medio y superior, obteniendo 9 moldes por cada tipo de MAC que serían 27 moldes de 50x50cm, al cual se realizó 10 lecturas con el péndulo británico obteniendo un total de 270.00 lecturas.

Criterios de inclusión

Para el presente estudio las muestras de agregados se tomaron de la cantera sacra familia, de acuerdo al manual de carreteras especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013 del MTC, capítulo IV sección 423 pavimento de concreto asfaltico en caliente.

Criterios de exclusión

Para el presente estudio los ensayos de calidad del cemento asfaltico no se realizaron, puesto que se realizó la compra de la empresa PROVEEDORA DE ASFALTOS REPSOL, el cual, a través de su ficha técnica, nos permite comparar las especificaciones del producto con la norma de manual de carreteras especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013 del MTC, para su empleo en la elaboración de mezcla asfáltica.

De igual manera la calidad de los agregados se ha analizado con fines de verificación, con la norma de manual de carreteras especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013 del MTC, debido a que el objetivo de la presente investigación no es analizar la calidad del agregado, a su vez la cantera en mención cumple las solicitudes de acuerdo a norma los agregados debido a que se realizaron varias investigaciones en referencia a sus características físicas, mecánicas y químicas.

13.4. Nivel y tipo de estudio

Nivel de investigación

Esta investigación se enmarca en un nivel correlacional – explicativo, porque busca explicar el comportamiento de una variable en función de otra, por ser estudio de causa – efecto

requieren control y debe cumplir otros criterios de causalidad. Por lo tanto, en esta investigación se explica el comportamiento de la mezcla asfáltica con distintas gradaciones y porcentajes de asfalto en la resistencia al deslizamiento, siendo las causas que son las distintas combinaciones granulométricas y porcentaje de asfalto en la resistencia al deslizamiento de la carpeta asfáltica de un pavimento siendo este el efecto.

Tipo de investigación

Para establecer el enfoque de tipo de investigación se ha evaluado diferentes aspectos de acuerdo al contenido que se detalla en la tabla 3.1.

Tabla 13.1

Evaluación de las características epistemológicas de la investigación cualitativa y cuantitativa.

Característica	Investigación Cualitativa		Investigación Cuantitativo	
Percepción de la realidad	Subjetiva. Incluyente		Objetiva. Excluyente	X
Razonamiento	Inductivo Genera Hipótesis		Deductivo Contrasta hipótesis	X
Finalidad	Exploración Descubrimiento Expansión		Comprobación Confirmación Reducción	X
Orientada	Al proceso		Al resultado	X
Principio de verdad	Holística Dinámica (provisoria) Se construye Contratada en diferencias		Particulariza Estable (permanente) Predeterminada Centrada en similitudes	X
Perspectiva del investigador	Desde dentro (próximo a los datos)		Desde afuera (al margen de los datos)	X
Causalidad	Interacción de factores	X	Antecedentes específicos	

FUENTE: Elaboración propia

De acuerdo a la evaluación realizada en la tabla 3.1, la presente investigación con respecto al enfoque es del tipo cuantitativo, considerando que seis de las siete características epistemológicas están dentro de la naturaleza de una investigación cuantitativa evidenciándose que las cinco características son las siguientes:

Percepción de la realidad; es objetivo porque se va a efectuar mediciones y análisis de laboratorio, a las distintas combinaciones de porcentajes de agregado y asfalto compuestos, que se efectuara los ensayos de resistencia al deslizamiento, donde no se considera, experiencias, creencias de parte del investigador.

Razonamiento; es deductivo, porque se va a contrastar las hipótesis planteadas de causa efecto, y que son validados basados en datos numéricos es así que en la presente investigación se analiza los resultados de resistencia al deslizamiento de los pavimentos flexibles.

Finalidad; es cuantitativa dado que se va a comprobar el comportamiento de las combinaciones de las distribuciones granulométricas del agregado y porcentajes de asfalto el coeficiente de fricción del pavimento con el péndulo británico en laboratorio, es así que de acuerdo al nivel de medición y análisis la investigación es del tipo cuantitativo debido que recoge, analiza, comprueba y describe de manera estadística las variables de estudio.

Orientada; al resultado que será cuantitativo, dado que al ejecutar los ensayos al pavimento con el equipo de péndulo británico se obtendrá resultados de coeficiente de resistencia al deslizamiento.

Principio de verdad; particulariza debido a que la mezcla asfáltica que se elabora es para medir el coeficiente de resistencia al deslizamiento del pavimento que es la parte funcional mas no la parte estructural del pavimento flexible.

Perspectiva del investigador: es cuantitativa porque el investigador esta fuera, debido a que el investigador observa los resultados obtenidos en laboratorio, por lo que la perspectiva que se desarrolla es externa.

Causalidad: es cualitativa debido a que se tiene una interacción de factores en las variables independientes, para el cual se utiliza conocimientos de mezclas asfálticas y resistencia al deslizamiento en pavimentos para poder determinar el grado de coeficiente de resistencia de los pavimentos medidos con el péndulo británico.

El tipo de investigación con respecto al alcance es explicativo, considerando que el diseño de investigación se basa en determinar la combinación de las distintas gradaciones de agregado

con distintos porcentajes de asfalto en la mezcla asfáltica que inciden en la resistencia al deslizamiento del pavimento.

13.5. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es experimental – puro, debido que la manipulación de variable se va a efectuar a la variable independiente y la medición de variable se ejecuta a la variable dependiente donde se tendrá como proceso dos grupos uno recibe el tratamiento especial y el otro no, para el cual se presenta el tratamiento de la combinación de los porcentajes de agregado, cemento asfáltico y los ensayos de resistencia al deslizamiento como se detalla en la tabla 3.2.

Tabla

13.2

Tratamiento – combinación de los porcentajes de agregado, cemento asfáltico y el ensayo de resistencia al deslizamiento.

TRATAMIENTO (Combinación de agregado y asfalto)											
% DE ASFALTO	MAC 1			MAC 2			MAC 3			CANTIDAD DE MUESTRA	RESIST. AL DESLIZAMIENTO
	GRADACION - USO GRANULOMETRICO										
4.00%	G-I	G-M	G-S	G-I	G-M	G-S	G-I	G-M	G-S	Se realizo 3 muestras por cada gradación con los distintos % de asfalto	Obtención de Coeficiente de Resistencia a Deslizamiento con el equipo de Péndulo
4.50%											
5.00%											
5.50%											
6.00%											
6.50%											
G-I-M-S= GRADACION INFERIOR, MEDIA, SUPERIOR											Británico

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a lo desarrollado en la tabla 3.2, el tratamiento ha consistido en realizar 9 ensayos granulométricos, 6 porcentajes de asfalto por cada ensayo granulométrico, obteniendo 3 moldes de cada uno de 50x50cm teniendo un total de 27 briquetas de mezcla asfáltica al cual se realizarán los ensayos de resistencia al deslizamiento obteniendo 270.00 lecturas.

13.6. Métodos, técnicas e instrumentos

Método

Según Martínez Ruiz (2012, pág. 73), cita a (Ibarra, 2002, pag.95) e indica que, “el método de investigación es un procedimiento adecuado para obtener conocimientos ciertos sobre un determinado tema”.

En el presente estudio en función al objetivo de esta investigación el método es hipotético – deductivo, debido a que se ha obtenido conocimientos en proyectos de ingeniería donde se ha realizado practicas es por ello que se ha determinado traer un aporte en beneficio de la sociedad.

De acuerdo al nivel de medición es una investigación de enfoque cuantitativo, debido a que se utiliza estadísticas para la interpretación de los resultados.

Técnica de recolección de datos

En esta investigación se utilizará la **técnica de la observación y evaluación**, de campo y de laboratorio, para ello se establece un conjunto de procedimientos para cumplir con el objetivo, el cual se detallan a continuación:

- 1.- selección de cantera
- 2.- muestreo de agregados
- 3.- traslado a laboratorio
- 4.- caracterización de los agregados
- 5.- selección del cemento asphaltico
- 6.- ensayos de granulometría de cada tipo de gradación granulométrica que son MAC1, MAC2, MAC3.
- 7.- preparación de porcentaje de asfalto de 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5%.
- 8.- diseño de mezcla por el método Marshall
- 9.- Combinación de cada tipo de distribución granulométrica con diferentes porcentajes de asfalto, para la obtención de briquetas de 40x40cm.
- 10.- Ensayo de resistencia al deslizamiento con el equipo de péndulo británico a las diferentes briquetas obtenidos.
- 11.- obtención de resultados
- 12.- análisis de resultados.

13.- discusión de resultados.

Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos, los instrumentos que se ha utilizado para la obtención de resultados son los equipos de laboratorio descritos de acuerdo al manual de ensayo de materiales de la norma del MTC para cada tipo de ensayo el cual se detalla de acuerdo a la tabla 3.3.

Tabla**13.3**

Equipos de laboratorio considerado en el manual de ensayos de materiales de la norma del MTC.

DESCRIPCION	INSTRUMENTOS CONSIDERADO EN LA NORMA
Caracterización de Agregado Grueso	NORMA DEL MTC
Durabilidad	MTC E 209
Ángeles	MTC E 207
Adherencia	MTC E 517
Índice de Durabilidad	MTC E 214
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791
Caras Fracturadas	MTC E 210
Sales solubles Totales	MTC E 219
Absorción	MTC E 206
Caracterización de Agregado Fino	NORMA DEL MTC
Equivalente de Arena	MTC E 114
Angularidad de agregado fino	MTC E 222
Azul de Metileno	AASTHO TP 57
Índice de Plasticidad	MTC E 111
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209
Índice de Durabilidad	MTC E 214
Sales solubles Totales	MTC E 219
Absorción	MTC E 205
Mezcla de Concreto Bituminoso	NORMA DEL MTC
Diseño por el método Marshall	MTC E 504
Ensayo de Resistencia al Deslizamiento del Pavimento	NORMA DEL MTC
Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento	MTC E 1004

Fuente: Elaboración Propia

13.7. Validación y confiabilidad del instrumento

Validación del instrumento

Sampieri, Collado y Baptista. (2016), “Los juicios de los expertos nos indica el grado en que un instrumento evalúa la variable que compone por medio del criterio en el tema; la validez del instrumento de medición será evaluada sobre la evidencia obtenida” (p. 195).

En la presente investigación la **validación del instrumento** se dará a través de los certificados de calibración de los distintos equipos utilizados.

Confiabilidad del instrumento

La confiabilidad (o fiabilidad) es una exigencia básica, por cuanto asegura la exactitud y la veracidad de los datos. Para que sea confiable un instrumento, este debe medir con veracidad al mismo sujeto participante en distintos momentos y arrojar los mismos resultados. Bell (2002) afirma que la “fiabilidad es el grado en que una prueba o un procedimiento produce en todas las ocasiones resultados similares en unas condiciones constantes”

En tal sentido, el grado de confiabilidad de los ensayos efectuados está en función a la cantidad de muestras que serán ensayados en laboratorio garantizando que el margen de error sea mínimo.

Por otra parte, también la confiabilidad está comprendida en los instrumentos utilizados en este estudio tanto para la recolección como registro de datos son los que están indicados en las normas del MTC, tanto los equipos como los formatos, sin embargo, para efectos de asegurarse la confiabilidad de los instrumentos se ha exigido el certificado de calibración de los equipos.

13.8. Procedimiento

Luego de tener definidos los objetivos y diseño del estudio se estableció la ubicación de la zona de estudio y así mismo el procedimiento metodológico el cual se dividió en las siguientes etapas:

Ubicación de la cantera de sacra familia, está ubicada en el centro poblado de sacra familia – Distrito de Simón Bolívar – Provincia y Región Pasco, en donde se extrae agregados a cielo abierto, y que a su vez tiene un proceso de trituración mecánica, el cual de detalla en la figura 3.1.

Figura 13.1

Ubicación de la cantera sacra familia – empresa comunal – sargen saf.



Fuente: Google Earth Pro

Etapa 1. Selección de las muestras de la cantera: En esta etapa se seleccionaron las muestras de los agregados a ser trasladados al laboratorio, para ello se utilizarán las normas especificadas por el MTC respecto al muestreo en la cantera y posteriormente éstas muestras serán trasladadas al laboratorio.

Etapa. 2.- : Una vez trasladadas las muestras de los agregados de la cantera Sacra Familia al laboratorio, se procederá con la caracterización de los materiales, el diseño de mezcla patrón con el método de Marshall.

Etapa 3.-: Se elaborarán en laboratorio moldes cuadrados de 40cmx40cm con un espesor de 5 cm, variando la granulometría y el contenido de asfalto, tomando como referencia el diseño de mezcla control, obtenido en el la etapa 2.

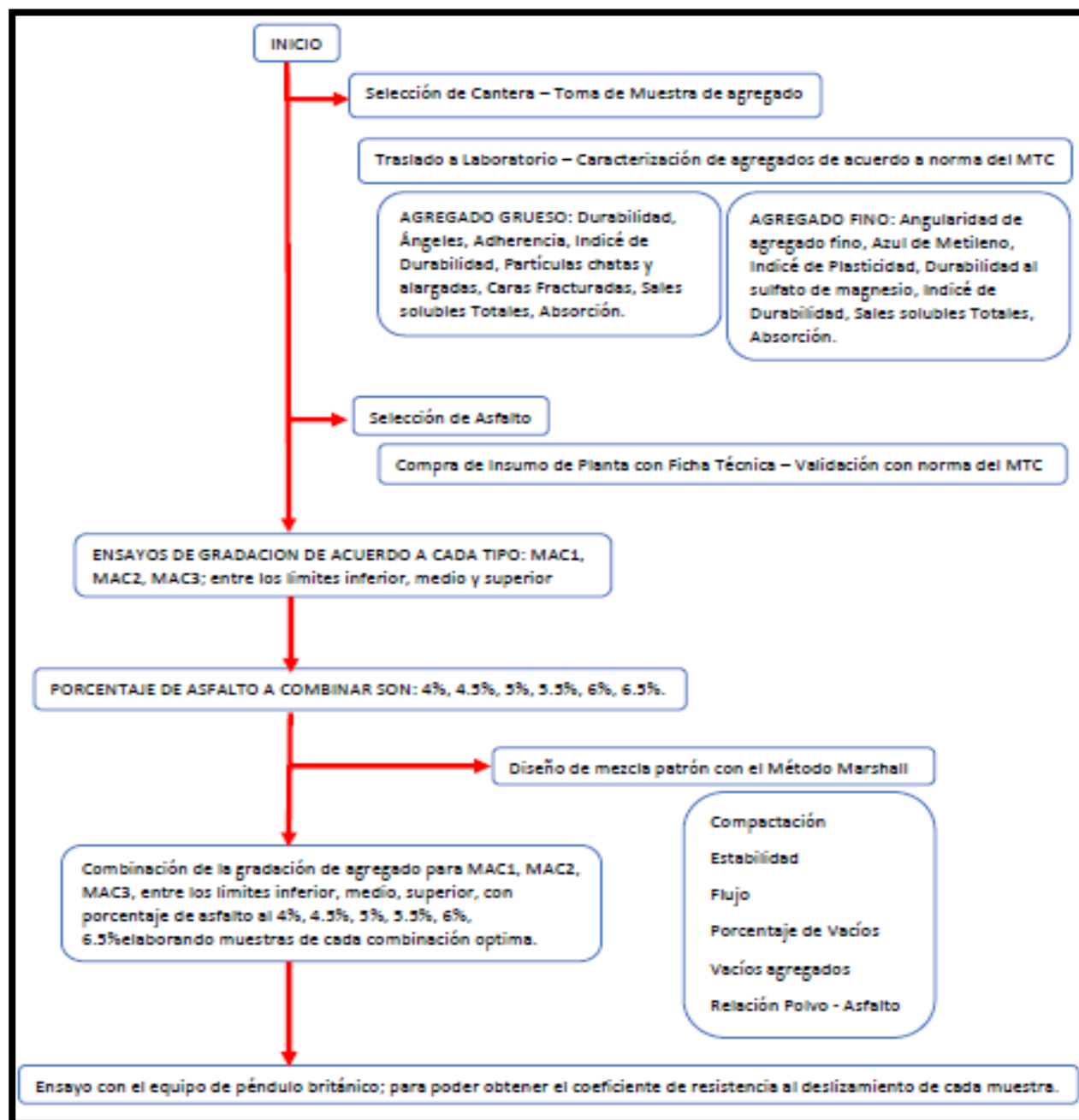
Etapa 4.-: Con los datos obtenidos en la etapa 2 y etapa 3 asociados a nuestros objetivos específicos, se realizarán los análisis de estos datos con el uso de la estadística de análisis de varianza a efectos de establecer las relaciones entre las variables en estudio.

Etapa 5.: Se establecen los resultados, la discusión de resultados, las conclusiones y las recomendaciones del estudio.

El siguiente procedimiento se detalla en un esquema del desarrollo del trabajo de investigación en la tabla 3.4 que a continuación se detalla.

Tabla 13.4

Esquema de desarrollo del trabajo de investigación



Fuente: Elaboración Propia

13.9. Tabulación y análisis de datos

Plan de tabulación de datos

La tabulación de los datos fue realizada con el uso de hojas de cálculo (Excel) para realizar el proceso de los resultados de los diferentes ensayos a realizar.

Análisis de datos

Para el análisis se hará el empleo de la estadística paramétrica, esto por tener datos de razón, con una muestra aleatoria para el cual se utilizará la **Prueba bivariada Rho de Spearman: Prueba bivariada Pearson o el t de student - anova** por las características de las variables en estudio.

13.10. Consideraciones éticas

Durante el desarrollo del estudio no se realizó perjuicio alguno a la población ni del contexto donde se llevará a cabo. De igual manera, los datos precisados de los resultados de laboratorio son procesados con la mayor confiabilidad y ha considerado únicamente para fines de investigación.

Así mismo respecto a los autores considerados en la presente investigación, se está respetando el contenido de los autores que han desarrollado y considerado en sus investigaciones.

Por otra parte, también las fuentes de internet como, google, scopus, cielo, revistas, artículos, tesis, se tomaron como referencia sin manipular resultados, teniendo la veracidad tal y como estipula, normas, autores, laboratorio.

CAPITULO IV. RESULTADOS

14.1. Datos recopilados de campo

Ubicación de la cantera

La cantera está ubicada en el centro poblado de sacra familia – Distrito de Simón Bolívar – Provincia y Región de Cerro de Pasco, en donde se extrae agregados de $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", arena chancada y arena natural a cielo abierto, y que a su vez tiene un proceso de trituración mecánica los agregados para obtener los diferentes tamaños de acuerdo al tipo de requerimiento que se solicite, para ello se detalla de acuerdo a la figura 4.1. la Ubicación de la Cantera Sacra Familia.

Figura 14.1

Ubicación de la cantera sacra familia – administrado por la empresa comunal Sargen Saf



FUENTE: elaboración propia

Toma de muestras de agregados gruesos y finos

La toma de muestra es importante y necesario para el control de calidad del material para asegurar la durabilidad de estructura resultante, es por ello que el tesista ha determinado tomar muestras representativas de los diferentes tipos de agregados para los ensayos que son desarrollados en la presente investigación, dentro de los cuales se tiene los agregados de tamaño

de 3/4", 1/2", que se muestran en la figura 4.2., 4.3, y arena chancada, arena natural, de acuerdo a la figura 4.4, 4.55. teniendo en consideración que ha tomado las muestras por el método del cuarteo de la cantera sacra familia.

Figura 14.2

Toma de muestra por el método de cuarteo el agregado de tamaño de 3/4".



FUENTE: elaboración propia

Figura 14.3

Toma de muestra por el método del cuarteo el agregado de tamaño de 1/2"



FUENTE: elaboración propia

Figura 14.4

Toma de muestra por el método del cuarteo del agregado arena chancada.



Fuente: elaboración propia

Figura 14.5

Toma de muestra por el método del cuarteo del agregado de arena natural.



FUENTE: elaboración propia

14.2. Procedimiento de obtención de resultados

Resultado de los ensayos de las características físicas mecánicas del agregado grueso y agregado fino.

A continuación, se desarrolla los procedimientos de los distintos ensayos de caracterización física y mecánica de los agregados siendo los siguientes:

14.2.1.1. Granulometría de los agregados (MTC -204)

Procedimiento:

- Se cuartea los agregados por el método manual.
- Se pesa la muestra para el tamizado con un peso de 3000 gr.
- Se selecciona los tamices de tamaño de # 1' hasta la malla pasante # 200.
- Se coloca la muestra de pesada sobre el tamiz de tamaño superior.
- Iniciamos con el tamizado manual por un tiempo de dos minutos.
- Se coloca la balanza sobre la mesa donde se pesará el agregado.
- Por último, se pesa la muestra retenida de cada tamiz.
- Finalmente se realizó 3 ensayos granulométricos de cada tipo de agregado como son.

1. Piedra de 3/4" límite superior. Tabla 4.1 y figura 4.7

2. Piedra de 3/4" límite medio Tabla 4.2 y figura 4.8

3. Piedra de 3/4" límite inferior. Tabla 4.3 y figura 4.9

4. piedra de 1/2" límite superior. Tabla 4.4 y figura 4.10

5. Piedra de 1/2" límite medio Tabla 4.5 y figura 4.11

6. Piedra de 1/2" límite inferior. Tabla 4.6 y figura 4.12

7. Arena natural límite superior. Tabla 4.7 y figura 4.13

8. Arena natural límite medio Tabla 4.8 y figura 4.14

9. Arena natural límite inferior Tabla 4.9 y figura 4.15
10. Arena chancada límite superior. Tabla 4.10 y figura 4.16
11. Arena chancada límite medio. Tabla 4.11 y figura 4.17
12. Arena chancada límite inferior. Tabla 4.12 y figura 4.18
13. Filler de cal. Tabla 4.13 y figura 4.19

Figura 14.6

Ensayo de granulometría de los agregados gruesos, finos y filler.



Fuente: elaboración propia

Granulometría de $\frac{3}{4}$ "

Tabla 14.1.

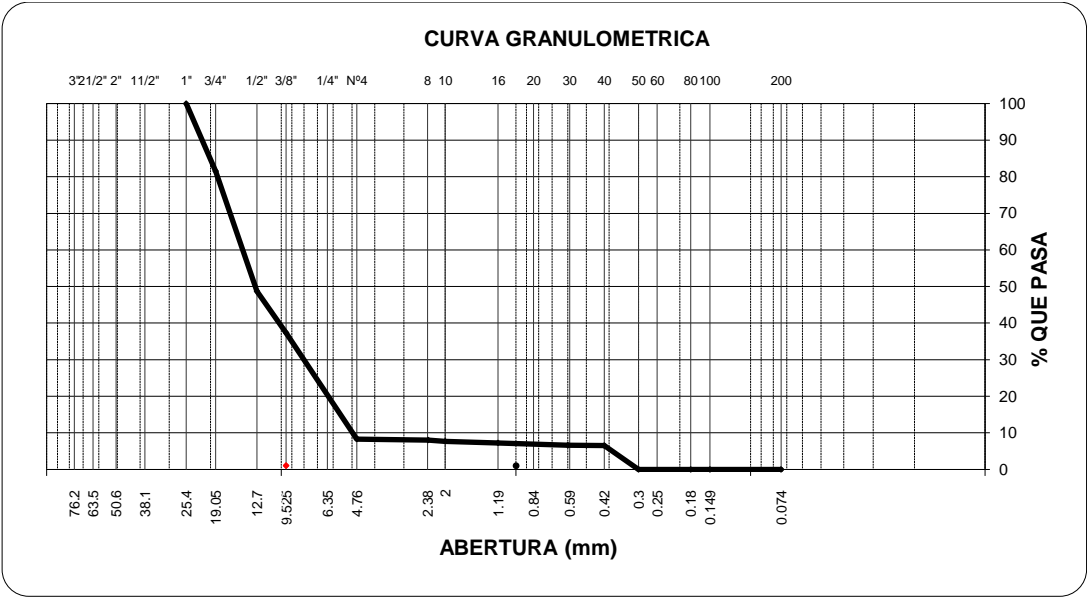
Granulometría de piedra $\frac{3}{4}$ ' para MAC-1 límite superior

PIEDRA DE $\frac{3}{4}$ '					
Malla Tamiz	mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	554.1	18.47	18.47	81.53
1/2"	12.700	984.3	32.81	51.28	48.72

3/8"	9.525	341.6	11.39	62.67	37.33
No4	4.760	870.7	29.02	91.69	8.31
8	2.360	8.1	0.27	91.96	8.04
10	2.000	10.2	0.34	92.30	7.70
16	1.190	15.0	0.50	92.80	7.20
30	0.600	16.0	0.53	93.33	6.67
40	0.420	4.4	0.15	93.48	6.52
50	0.300	195.6	6.52	100.00	0.00
80	0.180	0.0	0.00	100.00	0.00
100	0.149	0.0	0.00	100.00	0.00
200	0.074	0.0	0.00	100.00	0.00
< 200		0.0	0.00	100.00	0.00
TOTAL MUESTRA	DE	3000.0	100.00		

Fuente: elaboración propia

Figura 14.7
Curva granulométrica del agregado de ¾' límite superior



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.2.
Granulometría de piedra ¾' para MAC-1 límite medio

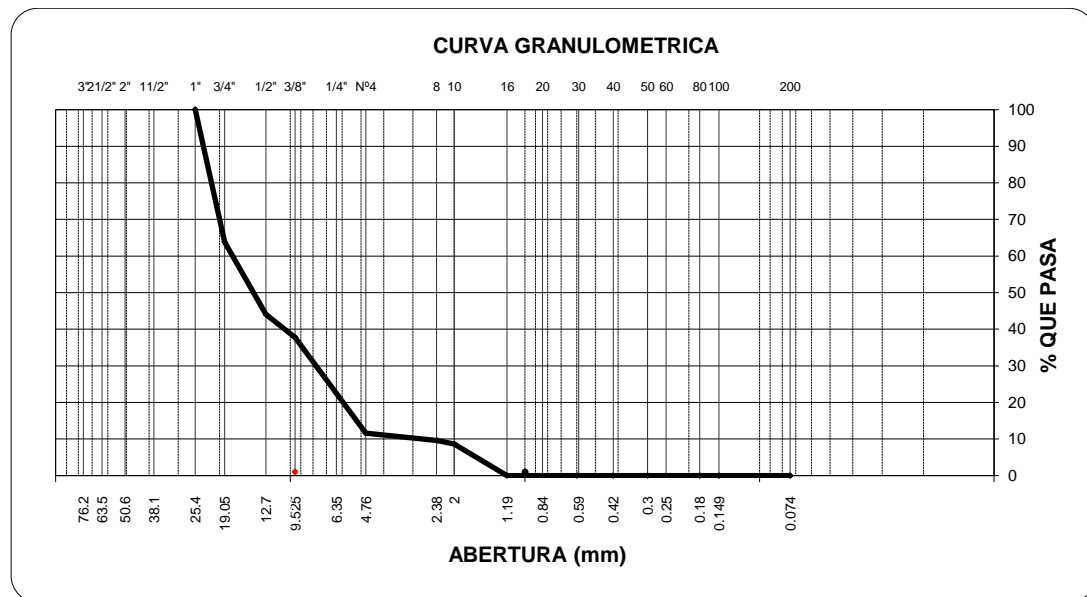
PIEDRA DE ¾'					
Malla Tamiz	mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% Que Pasa
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	0.00

1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	1084.0	36.13	36.13	63.87
1/2"	12.700	595.0	19.83	55.97	44.03
3/8"	9.525	189.0	6.30	62.27	37.73
No4	4.760	783.0	26.10	88.37	11.63
8	2.360	61.0	2.03	90.40	9.60
10	2.000	30.0	1.00	91.40	8.60
16	1.190	258.0	8.60	100.00	0.00
30	0.600	0.0	0.00	100.00	0.00
40	0.420	0.0	0.00	100.00	0.00
50	0.300	0.0	0.00	100.00	0.00
80	0.180	0.0	0.00	100.00	0.00
100	0.149	0.0	0.00	100.00	0.00
200	0.074	0.0	0.00	100.00	0.00
< 200		0.0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE MUESTRA		3000.0	100.00		

Fuente: elaboración propia

Figura 14.8

Curva granulométrica del agregado de 3/4" límite medio



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.3.*Granulometría de piedra ¾' para MAC-1 límite inferior*

PIEDRA DE ¾'					
Malla Tamiz	mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
¾"	19.050	1547.0	51.57	51.57	48.43
1/2"	12.700	425.0	14.17	65.73	34.27
3/8"	9.525	536.0	17.87	83.60	16.40
No4	4.760	218.0	7.27	90.87	9.13
8	2.360	121.0	4.03	94.90	5.10
10	2.000	60.0	2.00	96.90	3.10
16	1.190	59.7	1.99	98.89	1.11
30	0.600	1.3	0.04	98.93	1.07
40	0.420	32.0	1.07	100.00	0.00
50	0.300	0.0	0.00	100.00	0.00
80	0.180	0.0	0.00	100.00	0.00
100	0.149	0.0	0.00	100.00	0.00
200	0.074	0.0	0.00	100.00	0.00
< 200		0.0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE MUESTRA		3000.0	100.00		

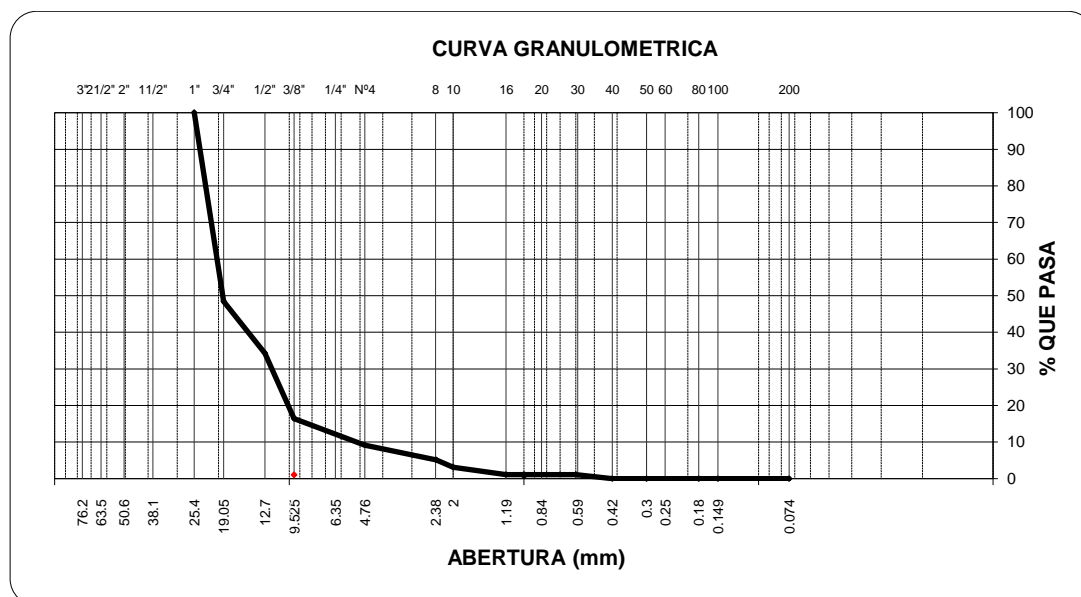
*Fuente: elaboración propia***Figura 14.9***Curva granulométrica del agregado de ¾' límite inferior**Fuente: elaboración propia*

Tabla 14.4.

Granulometría de piedra 1/2' para MAC-2 límite superior

PIEDRA DE 1/2					
Malla Tamiz	mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	522.0	17.40	17.40	82.60
3/8"	9.525	1283.0	42.77	60.17	39.83
No4	4.760	837.0	27.90	88.07	11.93
8	2.360	52.0	1.73	89.80	10.20
10	2.000	36.0	1.20	91.00	9.00
16	1.190	54.0	1.80	92.80	7.20
30	0.600	15.0	0.50	93.30	6.70
40	0.420	51.0	1.70	95.00	5.00
50	0.300	150.0	5.00	100.00	0.00
80	0.180	0.0	0.00	100.00	0.00
100	0.149	0.0	0.00	100.00	0.00
200	0.074	0.0	0.00	100.00	0.00
< 200		0.0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE MUESTRA		3000.0	100.00		

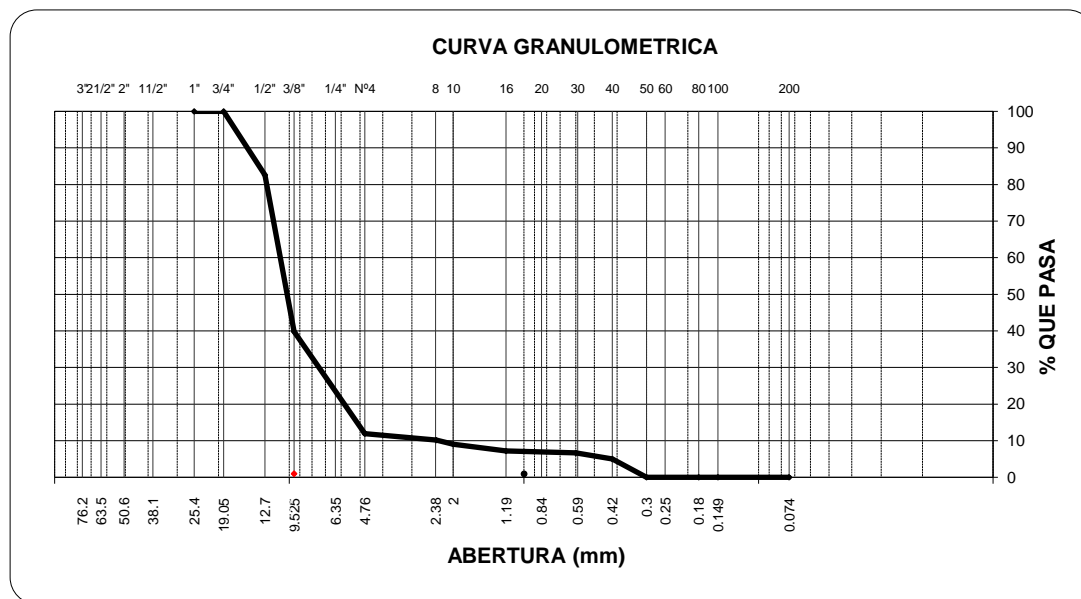
*Fuente: elaboración propia***Figura 14.10***curva granulométrica del agregado de 1/2' límite superior**Fuente: elaboración propia*

Tabla 14.5.

Granulometría de piedra 1/2' para MAC-2 límite medio

PIEDRA DE 1/2					
Malla	Peso	% Ret	% Ret	% que	
Tamiz	mm.	(gr)	Parcial	Acum.	Pasa
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	1451.2	48.37	48.37	51.63
3/8"	9.525	1129.2	37.64	86.01	13.99
No4	4.760	234.9	7.83	93.84	6.16
8	2.360	115.7	3.86	97.70	2.30
10	2.000	18.0	0.60	98.30	1.70
16	1.190	51.0	1.70	100.00	0.00
30	0.600	0.0	0.00	100.00	0.00
40	0.420	0.0	0.00	100.00	0.00
50	0.300	0.0	0.00	100.00	0.00
80	0.180	0.0	0.00	100.00	0.00
100	0.149	0.0	0.00	100.00	0.00
200	0.074	0.0	0.00	100.00	0.00
< 200		0.0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE MUESTRA		3000.0	100.00		

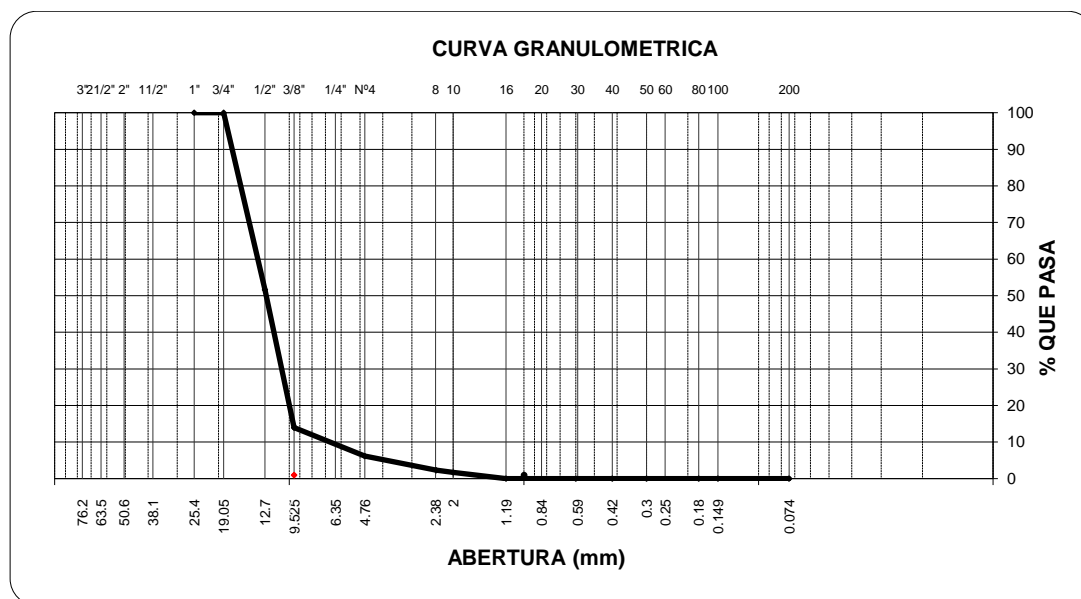
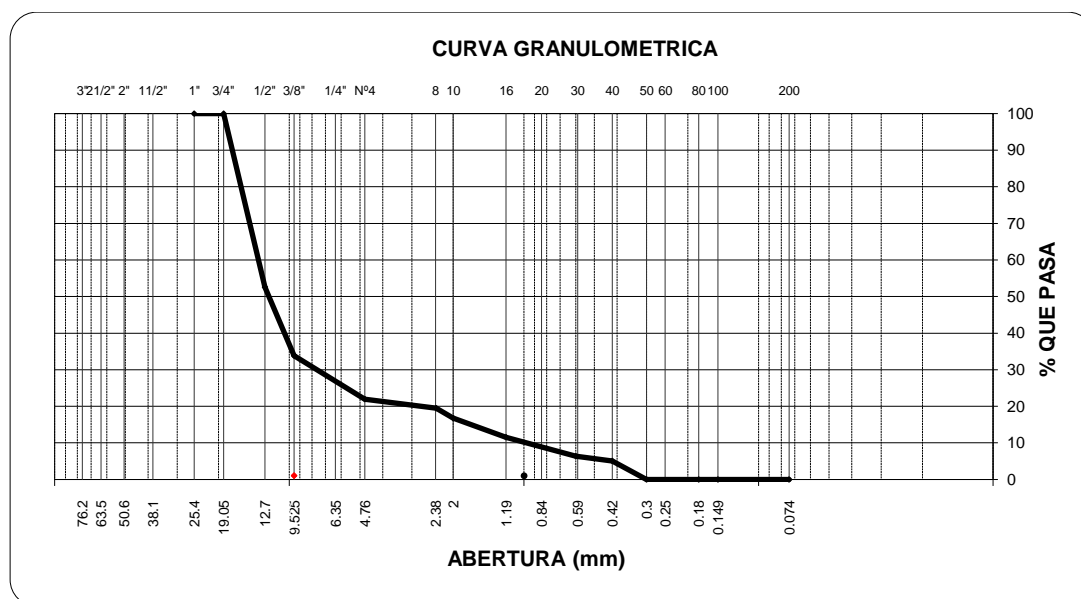
*Fuente: elaboración propia***Figura 14.11***Curva granulométrica del agregado de 1/2' límite medio**Fuente: elaboración propia*

Tabla 14.6.

Granulometría de piedra 1/2' para MAC-2 límite inferior

PIEDRA DE 1/2					
Malla Tamiz	mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	1422.0	47.40	47.40	52.60
3/8"	9.525	563.0	18.77	66.17	33.83
Nº4	4.760	357.0	11.90	78.07	21.93
8	2.360	73.0	2.43	80.50	19.50
10	2.000	81.0	2.70	83.20	16.80
16	1.190	159.0	5.30	88.50	11.50
30	0.600	153.0	5.10	93.60	6.40
40	0.420	39.0	1.30	94.90	5.10
50	0.300	153.0	5.10	100.00	0.00
80	0.180	0.0	0.00	100.00	0.00
100	0.149	0.0	0.00	100.00	0.00
200	0.074	0.0	0.00	100.00	0.00
< 200		0.0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE MUESTRA		3000.0	100.00		

*Fuente: elaboración propia***Figura 14.12***curva granulométrica del agregado de 1/2' límite inferior*

Fuente: elaboración propia

Tabla 14.7.

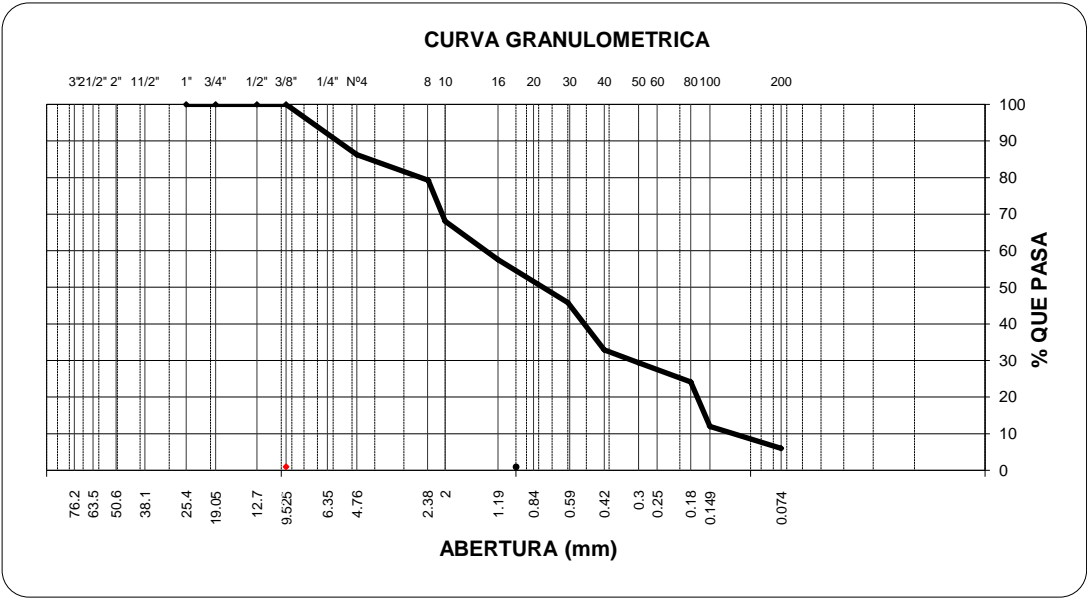
Granulometría de arena natural para MAC-3 límite superior

ARENA NATURAL					
Malla Tamiz	mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.00	100.00
No4	4.760	206.4	13.76	13.76	86.24
8	2.360	104.6	6.97	20.73	79.27
10	2.000	168.0	11.20	31.93	68.07
16	1.190	158.0	10.53	42.47	57.53
30	0.600	175.0	11.67	54.13	45.87
40	0.420	194.7	12.98	67.11	32.89
50	0.300	52.4	3.49	70.60	29.40
80	0.180	79.1	5.27	75.87	24.13
100	0.149	181.9	12.13	88.00	12.00
200	0.074	90.0	6.00	94.00	6.00
< 200		90.0	6.00	100.00	0.00
TOTAL DE MUESTRA		1500.0	100.00		

Fuente: elaboración propia

Figura 14.13

curva granulométrica de la arena natural límite superior



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.8.

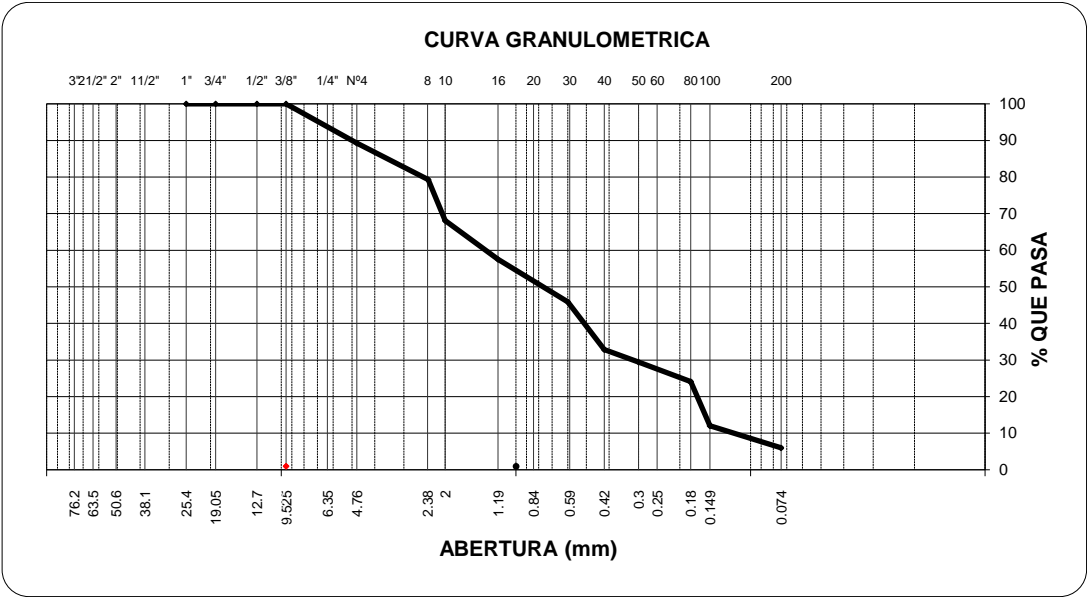
Granulometría de arena natural para MAC-3 límite medio

ARENA NATURAL					
Malla Tamiz	mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.00	100.00
No4	4.760	161.4	10.76	10.76	89.24
8	2.360	149.6	9.97	20.73	79.27
10	2.000	168.0	11.20	31.93	68.07
16	1.190	158.0	10.53	42.47	57.53
30	0.600	175.0	11.67	54.13	45.87
40	0.420	194.7	12.98	67.11	32.89
50	0.300	52.3	3.49	70.60	29.40
80	0.180	79.1	5.27	75.87	24.13
100	0.149	181.9	12.13	88.00	12.00
200	0.074	90.0	6.00	94.00	6.00
< 200		90.0	6.00	100.00	0.00
TOTAL DE MUESTRA		1500.0	100.00		

Fuente: elaboración propia

Figura 14.14

curva granulométrica de la arena natural límite medio



Fuente: elaboración propia

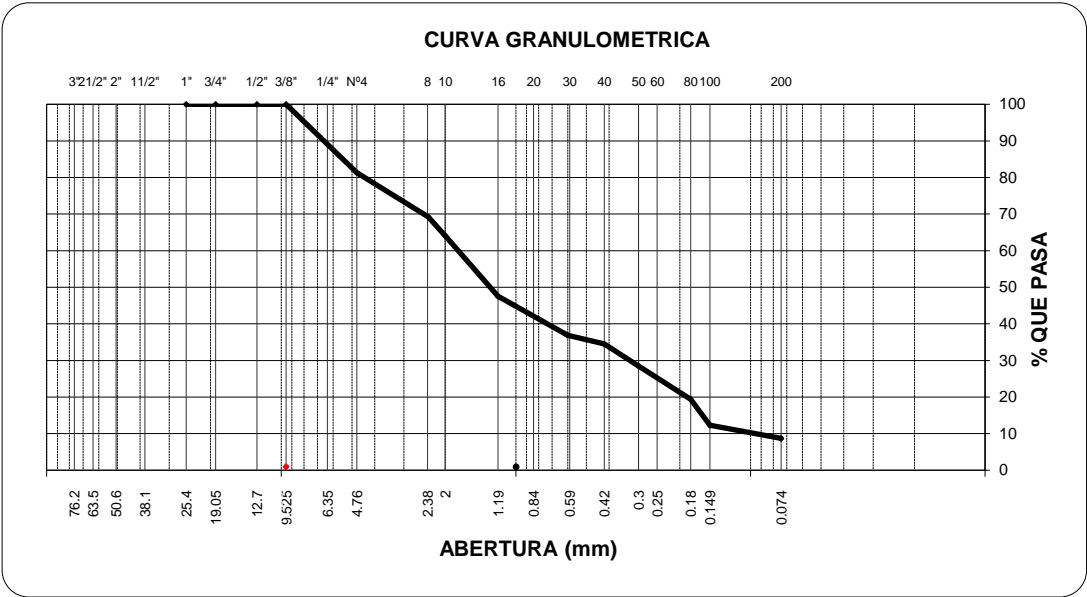
Tabla 14.9.

Granulometría de arena natural para MAC-3 límite inferior

ARENA NATURAL					
Malla Tamiz	mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.00	100.00
No4	4.760	281.0	18.73	18.73	81.27
8	2.360	180.1	12.00	30.73	69.27
10	2.000	78.0	5.20	35.93	64.07
16	1.190	248.0	16.53	52.47	47.53
30	0.600	160.0	10.67	63.13	36.87
40	0.420	36.0	2.40	65.53	34.47
50	0.300	90.0	6.00	71.53	28.47
80	0.180	136.0	9.07	80.60	19.40
100	0.149	106.5	7.10	87.70	12.30
200	0.074	54.0	3.60	91.30	8.70
< 200		130.5	8.70	100.00	0.00
TOTAL DE MUESTRA		1500.0	100.00		

Fuente: elaboración propia

Figura 14.15
curva granulométrica de la arena natural límite inferior



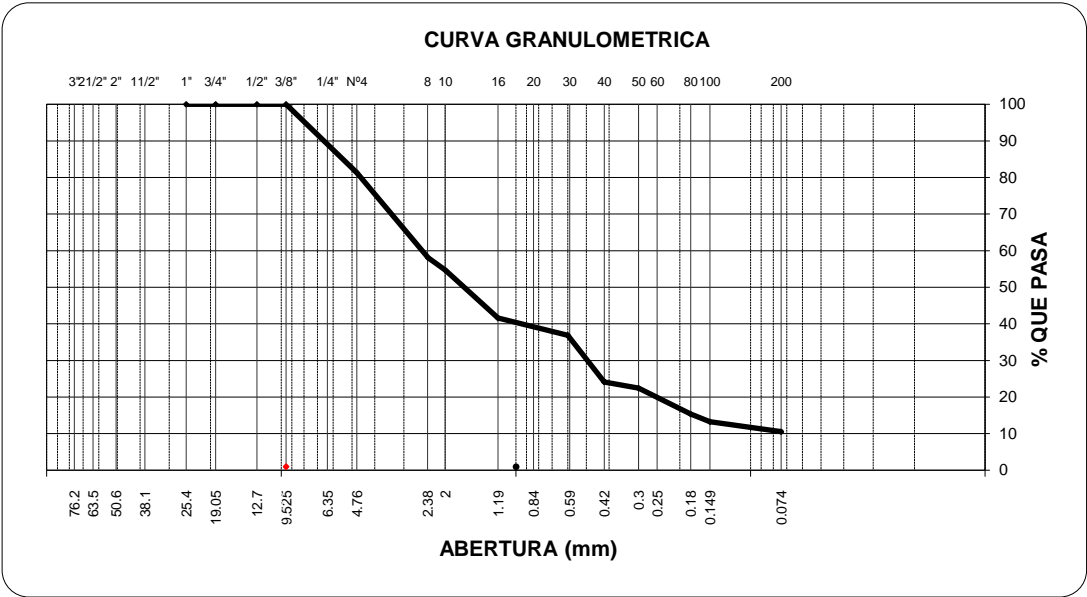
Fuente: elaboración propia

Tabla 14.10.
Granulometría de arena chancada para MAC-3 límite superior

ARENA CHANCADA					
Malla Tamiz	mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.00	100.00
No4	4.760	280.4	18.69	18.69	81.31
8	2.360	348.7	23.24	41.93	58.07
10	2.000	50.0	3.33	45.27	54.73
16	1.190	197.0	13.13	58.40	41.60
30	0.600	71.0	4.73	63.13	36.87
40	0.420	192.0	12.80	75.93	24.07
50	0.300	25.0	1.67	77.60	22.40
80	0.180	105.5	7.03	84.63	15.37
100	0.149	32.4	2.16	86.79	13.21
200	0.074	40.1	2.67	89.46	10.54
< 200		158.1	10.54	100.00	0.00
TOTAL DE MUESTRA		1500.0	100.00		

Fuente: elaboración propia

Figura 14.16
curva granulométrica de la arena chancada límite superior



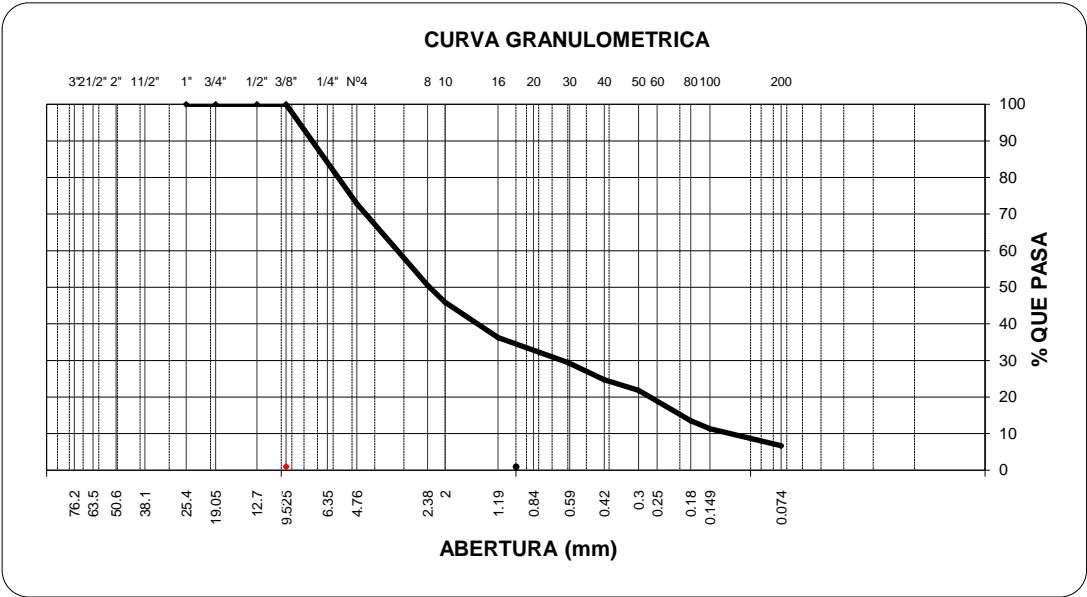
Fuente: elaboración propia

Tabla 14.11.
Granulometría de arena chancada para MAC-3 límite medio

ARENA CHANCADA					
Malla Tamiz	mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.00	100.00
No4	4.760	408.0	27.20	27.20	72.80
8	2.360	337.5	22.50	49.70	50.30
10	2.000	66.5	4.43	54.13	45.87
16	1.190	144.8	9.65	63.78	36.22
30	0.600	101.3	6.75	70.53	29.47
40	0.420	71.5	4.77	75.30	24.70
50	0.300	42.5	2.83	78.13	21.87
80	0.180	125.5	8.37	86.50	13.50
100	0.149	32.5	2.17	88.67	11.33
200	0.074	69.5	4.63	93.30	6.70
< 200		100.5	6.70	100.00	0.00
TOTAL DE MUESTRA		1500.0	100.00		

Fuente: elaboración propia

Figura 14.17
curva granulométrica de la arena chancada límite medio



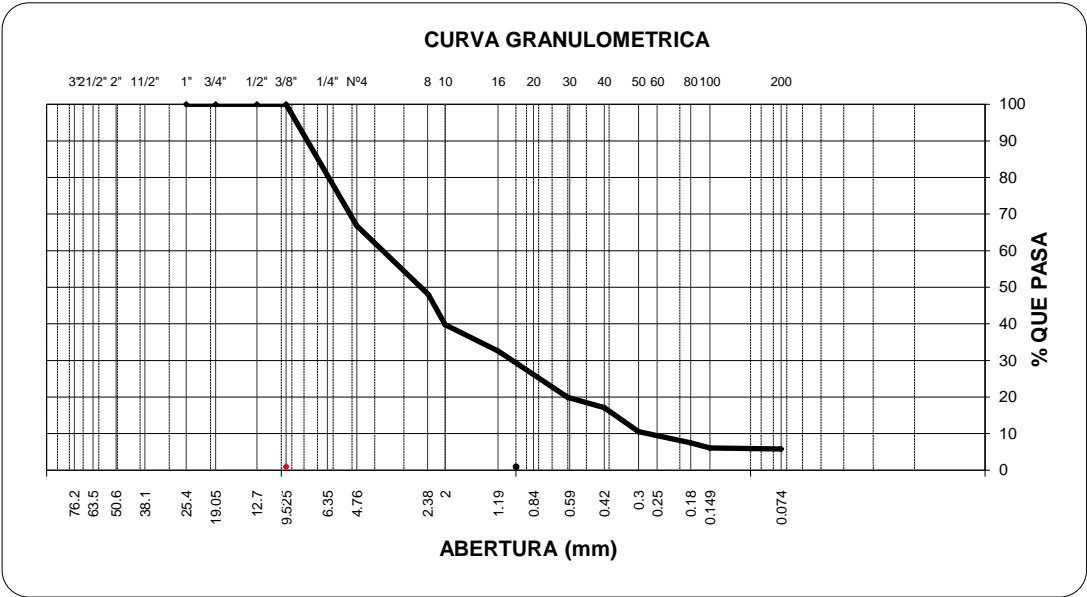
Fuente: elaboración propia

Tabla 14.12.
Granulometría de arena chancada para MAC-3 límite inferior

ARENA CHANCADA					
Malla Tamiz	mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.00	100.00
No4	4.760	498.0	33.20	33.20	66.80
8	2.360	281.0	18.73	51.93	48.07
10	2.000	125.0	8.33	60.27	39.73
16	1.190	107.0	7.13	67.40	32.60
30	0.600	191.0	12.73	80.13	19.87
40	0.420	42.0	2.80	82.93	17.07
50	0.300	98.0	6.53	89.47	10.53
80	0.180	45.5	3.03	92.50	7.50
100	0.149	21.0	1.40	93.90	6.10
200	0.074	4.5	0.30	94.20	5.80
< 200		87.0	5.80	100.00	0.00
TOTAL DE MUESTRA		1500.0	100.00		

Fuente: elaboración propia

Figura 14.18
curva granulométrica de la arena chancada límite inferior

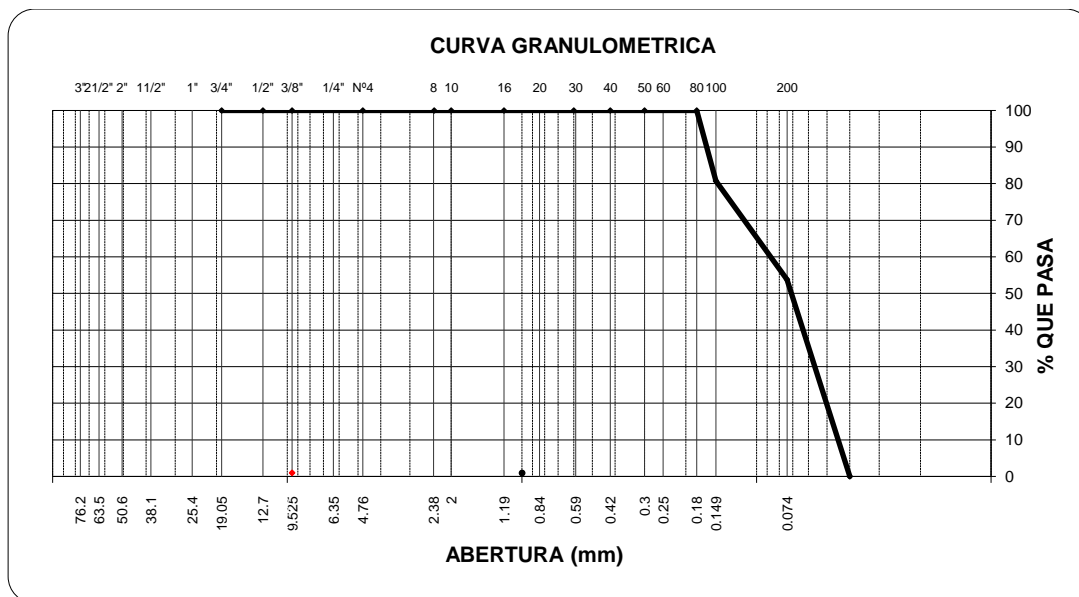


Fuente: elaboración propia

Tabla 14.13
Granulometría de filler para MAC

FILLER					
Malla Tamiz	mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.00	100.00
No4	4.760	0.0	0.00	0.00	100.00
8	2.360	0.0	0.00	0.00	100.00
10	2.000	0.0	0.00	0.00	100.00
16	1.190	0.0	0.00	0.00	100.00
30	0.600	0.0	0.00	0.00	100.00
40	0.420	0.0	0.00	0.00	100.00
50	0.300	0.0	0.00	0.00	100.00
80	0.180	0.0	0.00	0.00	100.00
100	0.149	289.5	19.30	19.30	80.70
200	0.074	403.5	26.90	46.20	53.80
< 200	0.040	807.0	53.80	100.00	0.00
TOTAL DE MUESTRA		1500.0	100.00		

Fuente: elaboración propia

Figura 14.19*curva granulométrica del filler (cal)**Fuente: elaboración propia***14.2.1.2. Gravedad específica de los agregados gruesos (MTC -206)****Procedimiento:**

- En una tara pesamos el agregado grueso.
- Se registra el peso de los agregados.
- Se satura los agregados por 24 horas después se registra el peso sumergido saturado.
- También se toma el peso superficialmente seco (sss) que consiste el peso de los agregados secados con una franela exteriormente y superficialmente.

- Después se lleva los agregados al horno durante 24 horas a una temperatura de 110°C, para después registrar su peso seco.

Figura 14.20

Secado del agregado de ¾'



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.14.

Gravedad específica de agregado de ¾'

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	PROMEDIO
A	peso saturado superficialmente seco	gr.	3000	3000	3000	
B	peso saturado en agua	gr.	1499.54	1525.06	1382.6	
C	volumen de masa + volumen de vacío, C=A-B	gr.	1500.46	1474.94	1617.4	
D	peso del agregado (horno 110°C)	gr.	2957.99	2962.17	2946.06	
E	volumen de masa, (E=C-(A-D))	cm3	1458.45	1437.11	1563.46	
H	PESO ESPECIFICO BULK (base seca) F=D/C	gr./m3	1.97	2.01	1.82	1.93
I	PESO ESPECIFICO (base saturada) G=A/C	gr./m3	2.00	2.03	1.85	1.96
J	PESO ESPECIFICO APARENTE (base seca) H=D/E	gr./m3	2.03	2.06	1.88	1.99
K	ABSORCION I=((A-D) /D) *100	%	1.42	1.28	1.83	1.51

Fuente: elaboración propia

Tabla 14.15.

Gravedad específica de agregado de 1/2'

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	PROMEDIO
A	peso saturado superficialmente seco	gr.	3000	3000	3000	
B	peso saturado en agua	gr.	1378.81	1374.22	1248.3	
C	volumen de masa + volumen de vacío, $C=A-B$	gr.	1621.19	1625.78	1751.7	
D	peso del agregado (horno 110°C)	gr.	2947.64	2943.75	2956.85	
E	volumen de masa, $(E=C-(A-D))$	cm3	1568.83	1569.53	1708.55	
H	PESO ESPECIFICO BULK (base seca) $F=D/C$	gr./m3	1.82	1.81	1.69	1.77
I	PESO ESPECIFICO (base saturada) $G=A/C$	gr./m3	1.85	1.85	1.71	1.80
J	PESO ESPECIFICO APARENTE (base seca) $H=D/E$	gr./m3	1.88	1.88	1.73	1.83
K	ABSORCION $I=((A-D)/D) * 100$	%	1.78	1.91	1.46	1.72

*Fuente: elaboración propia***14.2.1.3. Gravedad específica de los agregados finos (MTC -205)**

Procedimiento:

- Se pesa una muestra de agregado fino de 1000 gr. Aproximadamente.
- Se satura con agua por un tiempo de 24 horas, después decantamos el agua sin desperdiciar los finos; asimismo, se seca la muestra a la temperatura de ambiente removiéndolo hasta obtener una humedad aproximada de 6%.
- Se coloca la muestra sobre el molde cónico hasta que desmorone y obteniendo una superficie seca.
- Se coloca 500 gr. De muestra sobre la fiola de 500 cm³ para después saturarlo con agua hasta llegar al nivel de la fiola.
- Se agita la fiola para eliminar las burbujas con aire, después se afora con agua hasta el nivel de la fiola.

Figura 14.21*Saturado de la arena**Fuente: elaboración propia***Tabla 14.16.**

Gravedad específica de arena natural

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	PROMEDIO
A	peso saturado superficialmente seco del agregado (P _{ss})	gr.	500	500	500	
B	peso de la fiola +agua hasta el nivel 500 ml	gr.	1289.87	1289.56	1292.82	
C	peso de la fiola +agua+P _{ss} , (C=A+B)	gr.	1789.87	1789.56	1792.82	
D	peso de la fiola+P _{ss} +agua hasta el nivel 500 ml.	gr.	1603.02	1603.02	1603.02	
E	volumen de masa+volumen de vacío, (E=C-D)	cm ³	186.85	186.54	189.8	
F	peso del agregado natural (horno 110°C)	gr.	490.77	490.89	492.23	
G	volumen de la masa, G=E-(A-F)	cm ³	177.62	177.43	182.03	
H	PESO ESPECIFICO BULK (base seca) H=F/E	gr./m ³	2.63	2.63	2.59	2.62
I	PESO ESPECIFICO (base saturada) I=A/E	gr./m ³	2.68	2.68	2.63	2.66
J	PESO ESPECIFICO APARENTE (base seca) J=F/G	gr./m ³	2.76	2.77	2.70	2.74
K	ABSORCION K=((A-F)/F)*100	%	1.88	1.86	1.58	1.77

Fuente: elaboración propia

Tabla 14.17.

Gravedad específica de arena chancada

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	PROMEDIO
A	peso saturado superficialmente seco del agregado (Psss)	gr.	500	500	500	
B	peso de la fiola +agua hasta el nivel 500 ml	gr.	1294.22	1293.16	1287.9	
C	peso de la fiola +agua+Psss, (C=A+B)	gr.	1794.22	1793.16	1787.9	
D	peso de la fiola+Psss+agua hasta el nivel 500 ml.	gr.	1603.02	1603.02	1603.02	
E	volumen de masa+volumen de vacío, (E=C-D)	cm3	191.2	190.14	184.88	
F	peso del agregado chancado (horno 110°C)	gr.	490.15	489.99	491.08	
G	volumen de la masa, G=E-(A-F)	cm3	181.35	180.13	175.96	
H	PESO ESPECIFICO BULK (base seca) H=F/E	gr./m3	2.56	2.58	2.66	2.60
I	PESO ESPECIFICO (base saturada) I=A/E	gr./m3	2.62	2.63	2.70	2.65
J	PESO ESPECIFICO APARENTE (base seca) J=F/G	gr./m3	2.70	2.72	2.79	2.74
K	ABSORCION K=((A-F)/F)*100	%	2.01	2.04	1.82	1.96

Fuente: elaboración propia

14.2.1.4.Desgaste de los agregados (MTC -207)

Procedimiento:

- Lavar y secar la muestra hasta obtener un peso exacto de la muestra.
- Se pesa la muestra con un peso mínimo de 5000 gramos.
- Colocar la muestra sobre la maquina los ángeles y ponerla con las esferas de abrasión y ponerla a girar por 500 revoluciones
- Retirar la muestra de agregados con las esferas de la máquina de los ángeles.
- Separar la muestra de las esferas de la máquina.
- Se Tamiza la muestra por la malla N° 12 para finalmente calcular el porcentaje de desgaste.
- Piedra de ¾'

Figura 14.22*máquina de abrasión los ángeles**Fuente: elaboración propia***Tabla 14.18.**

Desgaste ala abrasión los ángeles de agregado ¾'

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	PROMEDIO
A	peso del agregado inicial	gr.	5000	5000	5000	
B	peso del agregado final	gr.	3909.86	4092.06	3990.71	
C	DESGASTE ALA ABRASION LOS ANGELES $C = ((A-B)/A) * 100$	%	22%	18%	20%	20%

Tabla 14.19.

Desgaste ala abrasión los ángeles de agregado 1/2'

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	PROMEDIO
A	peso del agregado inicial	gr.	5000	5000	5000	
B	peso del agregado final	gr.	3915.37	3409.87	3757.59	

c	DESGASTE ALA ABRASION LOS ANGELES $C=((A-B)/A)*100$	%	22%	32%	25%	26%
---	--	---	-----	-----	-----	-----

14.2.1.5. Partículas planas y alargadas (%) “MTC E223”

Procedimiento:

- Pesar una cantidad de 2000 gramos de muestra.
- Clasificar si son largas chatas o no son ningunas.
- Utilizar el calibrador de partículas planas para determinar el índice de aplanamiento.
- Utilizar el calibrador de partículas alargadas para determinar el índice de alargamiento.
- Luego se pesa los pasantes por cada abertura del calibrador para determinar el porcentaje.
- Calibrador de alargamiento

Figura 14.23

Calibrador de aplanamiento y alargamiento



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.20.*índice de aplanamiento de agregado 1/2'*

CHATAS						
MUESTRA(g) 2000	Abertura	0	10 a 6.3	14 a 10	20 a 14	28 a 20
	Peso	1703	116	46	128	7
	Porcentaje	85%	6%	2%	6%	0%
	I. Aplanamiento	15%				

Tabla 14.21.*índice de alargamiento de agregado 1/2'*

ALARGADAS						
MUESTRA(g) 2000	Abertura	0	10 a 6.3	14 a 10	20 a 14	28 a 20
	Peso	1572	45	107	151	125
	Porcentaje	79%	2%	5%	8%	6%
	I. Alargamiento	21%				

Tabla 14.22.*índice de aplanamiento de agregado 3/4'*

CHATAS						
MUESTRA(g) 5000	Abertura	0	10 a 6.3	14 a 10	20 a 14	28 a 20
	Peso	4174	114	125	348	239
	Porcentaje	83%	2%	3%		5%
	I. Aplanamiento	17%				

Tabla 14.23.*índice de alargamiento de agregado 3/4'*

ALARGADAS						
MUESTRA(g) 5000	Abertura	0	10 a 6.3	14 a 10	20 a 14	28 a 20
	Peso	4049	295	178	91	387
	Porcentaje	81%	6%	4%	2%	8%
	I. Alargamiento	19%				

14.2.1.6. Caras fracturadas (%) “MTC E 210”

Procedimiento:

- La muestra se tamiza con el tamiz # 4 para separar los finos de los gruesos.
- La muestra a trabajar debe ser trabajada por el tamiz # 3/8.
- Reducir la muestra con un cuarteador manual hasta obtener una muestra óptima.
- Se lava y se seca la muestra hasta obtener un peso homogéneo a una temperatura de 110°C
- Se obtiene una masa de 1500 gr. De agregado de $\frac{3}{4}$ " para posteriormente realizar la inspección visual.
- Se separa los agregados en tres grupos; 1 en dos caras, 2 en una sola cara y 3 sin caras y luego se saca los porcentajes.

Figura 14.24

Lavado de los agregados antes de realizar los ensayos.



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.24.*Caras fracturadas de agregado 3/4'*

RETENIDO	PESO RET(gr)	PESO REDONDEADAS	1 CARA FRACTURADA	2 O MAS CARAS FRACTURADAS	% 1 CARA FRACTURADA	% 2 O MAS CARAS FRACTURADAS
3/4"	1500	90	1156	254	92.78	73.84

Tabla 14.25.*Caras fracturadas de agregado 1/2'*

RETENIDO	PESO RET (gr)	PESO REDONDEADAS	1 CARA FRACTURADA	2 O MAS CARAS FRACTURADAS	% 1 CARA FRACTURADA	% 2 O MAS CARAS FRACTURADAS
1/2"	500	27	348	125	92.80	82.24

14.2.1.7. Índice de durabilidad (MTC E-214)

Procedimiento:

- Se seca la muestra de los agregados que ser ensayados, el secado se puede dar con un horno, luz solar o cualquier otro método.
- Las muestras deben estar limpios de terrones y material fino.
- Se determina la gradación de todos los agregados en análisis.
- Se seleccionará el método que se va a utilizar para los agregados.
- El procedimiento consiste en colocar agregados en cilindros para después agitarlos y finalmente dejarlos reposar para tomar las lecturas de la altura de los sedimentos.

Tabla 14.26.*Índice de durabilidad del agregado grueso*

muestra	resultado
cantera sacra familia	71%

Tabla 14.27.*Índice de durabilidad del agregado fino*

muestra	resultado
---------	-----------

cantera sacra familia	66%
-----------------------	-----

14.2.1.8. Equivalente de arena (MTC E-114)

Procedimiento:

- obtener una muestra representativa de la arena. Sobre una capsula aproximadamente de 110 gr.
- Se llena se solución a la probeta, la solución debe tener próximamente de 10 cm.
- Llenar la muestra de la arena en la probeta con la ayuda de un cono o un embudo para evitar pérdidas de la muestra.
- Se debe dar golpes suaves a la probeta para ayudar a eliminar burbujas de aire y después de deja reposar por un tiempo de 20 minutos.
- Se debe aforar con coagulante la probeta y tapar con un tapón y luego agitar horizontalmente por 90 ciclos.
- Después del agitado se deja reposar por un tiempo de 10 minutos para dejar que se separen los materiales finos del material grueso.
- Finalmente se toma las medidas de la arena y la arcilla.

Tabla 14.28.*Equivalente de arena de la arena chancada*

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	PROMEDIO
A	lectura nivel de arena	mm	181	155	160	
	lectura nivel de arcilla	mm	363	298	302	
B	equivalente de arena %		49.86	52.01	52.98	
c	promedio equivalente de arena %	%		52%		52%

Tabla 14.29.*Equivalente de arena de la arena natural*

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	PROMEDIO
A	lectura nivel de arena	mm	137	119	129	
	lectura nivel de arcilla	mm	327	307	312	
B	equivalente de arena %		41.90	38.76	41.35	

c	promedio equivalente de arena %	%	41%	41%
---	---------------------------------	---	-----	-----

Resultados de los efectos de las combinaciones de distribución granulométrica MAC1, MAC2, MAC3 con fines de superar el valor de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles.

Después de realizar el ensayo de granulometría obteniendo los pasantes de los agregados como; arena natural, arena chancada, piedra de $\frac{3}{4}$ ", piedras de $\frac{1}{2}$ ", filler y el asfalto PEN120-150, que son los materiales principales para elaborar un diseño de esta mezcla asfáltica.

La combinación de los agregados pétreos se realizará con los pasantes de cada agregado; asimismo, se le asignara un porcentaje a cada agregado por cada diseño; a su vez, estos porcentajes deben cumplir con los usos granulométricos lo cual garantizaran el cumplimiento de las normas de MAC-1, MAC-2 y MAC-3, también se determinará los pesos de cada agregado con sus respectivas mallas, además se debe tener en cuenta el peso total es de 1250 gr. De una briqueta para realizar los ensayos Marshall.

El peso de los agregados y material filler se determinará por cada malla, para agregados grueso $\frac{3}{4}$ " se utilizará las mallas $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", N° 4, N°10, y fondo, para agregado finos o arenas la malla N° 4, N°10, y fondo,

Una combinación de MAC-1 se utiliza agregados; piedra de $\frac{3}{4}$ ", piedra de $\frac{1}{2}$ ", arena natural, arena chancada y material filler

Una combinación de MAC-2 se utiliza agregados; piedra de $\frac{1}{2}$ ", arena natural, arena chancada y material filler.

Una combinación de MAC-3 se utiliza agregados; arena natural, arena chancada y material filler, de igual manera, se determinará límite superior, límite medio y límite inferior de cada MAC cumpliendo los usos granulométricos de cada diseño de mezcla asfáltica.

Figura 14.25

Combinación de los agrados MAC-1 tres ensayos por cada dosificación



Fuente: elaboración propia

Figura 14.26

Serie de muestras pesadas para MAC-1, MAC-2 y MAC-3



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.30.*Combinación de agregados para MAC-1 límite superior*

Malla Tamiz	mm.	Porcentajes pasantes (%)					
Agregados		PIEDRAS		ARENAS		filler	MEZCLA
		piedra 3/4"	piedra 1/2"	Arena	Arena		
Proporciones		3/4"	1/2"	NATURAL	CHANCADA	filler	100%
		25%	15%	30%	29%	1%	
1"	25.4	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.0
3/4"	19.05	81.53	100.00	100.00	100.00	100.00	95.4
1/2"	12.7	48.72	82.60	100.00	100.00	100.00	84.6
3/8"	9.525	37.33	39.83	100.00	100.00	100.00	75.3
Nº 4	4.76	8.31	11.93	86.24	81.31	100.00	54.3
Nº 8	2.36	8.04	10.20	79.27	58.07	100.00	45.2
Nº 10	2	7.70	9.00	68.07	54.73	100.00	40.6
Nº 16	1.18	7.20	7.20	57.53	41.60	100.00	33.2
Nº 30	0.6	6.67	6.70	45.87	36.87	100.00	28.1
Nº 40	0.42	6.52	5.00	32.89	24.07	100.00	20.2
Nº 50	0.3	0.00	0.00	29.40	22.40	100.00	16.3
Nº 80	0.18	0.00	0.00	24.13	15.37	100.00	12.7
Nº 100	0.15	0.00	0.00	12.00	13.21	80.70	8.2
Nº 200	0.074	0.00	0.00	6.00	10.54	53.80	5.4
pasa		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0

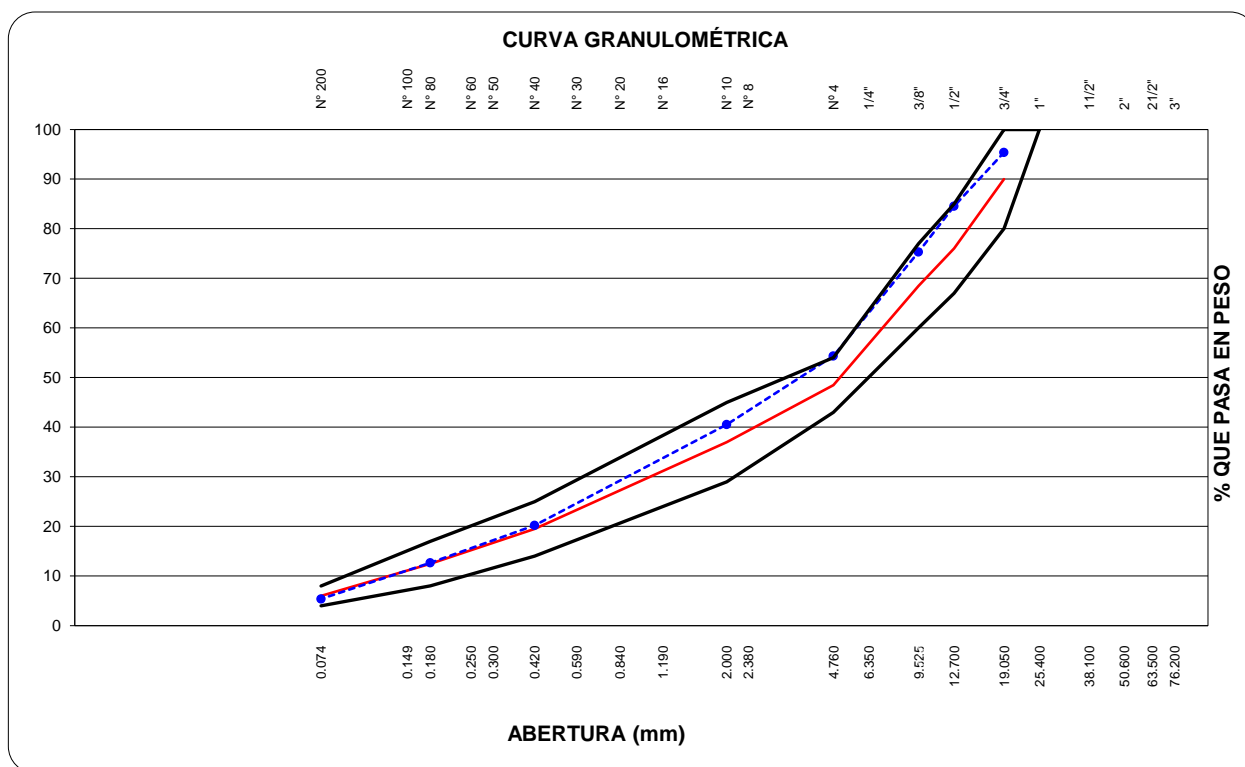
Fuente: elaboración propia

En la tabla 4.30 se muestra la combinación de los agregados gruesos, finos y filler para un diseño MAC-1; asimismo, se muestra 25 % de agregado de $\frac{3}{4}$ ', 15 % de agregado de $\frac{1}{2}$ ', 30 % de arena natural, 29 % de arena chancada y 1 % de filler, además, en la figura 4.27 se observa los límites de la curva granulométrica como límite mínimo, límite intermedio y límite máximo; a su vez, observando la línea azul que representa la curva granulométrica producto de la combinación de los agregados mostrándose por el límite superior de las especificaciones del manual de carreteras.

Figura 14.27

Comportamiento de la combinación de los agregados para MAC-1 límite superior

Fuente: elaboración propia

**Tabla 14.31.**

Especificaciones de combinación de agregados para MAC-1 límite superior

Malla		Especificaciones		
Tamiz	mm.			
Agregados		MEZCLAS	MAC - 1	
			MTC	CURVA IDEAL

Proporciones

100

1"	25.4	100.0	100 - 100	100.00
3/4"	19.05	95.4	80 - 100	90.00
1/2"	12.7	84.6	67 - 85	76.00
3/8"	9.525	75.3	60 - 77	68.50
Nº 4	4.76	54.3	43 - 54	48.50
Nº 8	2.36	45.2		
Nº 10	2	40.6	29 - 45	37.00

Nº 16	1.18	33.2		
Nº 30	0.6	28.1		
Nº 40	0.42	20.2	14 - 25	19.50
Nº 50	0.3	16.3		
Nº 80	0.18	12.7	8 - 17	12.50
Nº 100	0.15	8.2		
Nº 200	0.074	5.4	4 - 8	6.00
pasa		0.0		

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4.31 se muestra las especificaciones del diseño MAC-1; asimismo, se muestra los números de los tamices, aberturas de cada tamiz los valores mínimos y máximos del diseño MAC-1; también, los valores de la curva ideal del dicho diseño y se puede observar los valores de la mezcla de los agregados obtenido por medio de la combinación por tanteo; por otro lado, la tabla 4.32 se muestra los pesos de los agregados que constituye la mezcla asfáltica; además, los pesos de cada agregado está distribuido por los diferentes tamices de la tabla; de acuerdo, con el manual y el ensayo MTC- 504 los ensayos se realizaron con 0.05 % de diferencia y se tomó como ensayo inicial de 4% de asfalto hasta 6.5 % obteniendo un peso final de 1250 gr. Como peso de un molde para el ensayo Marshall.

Tabla 14.32.*Pesos de agregados para MAC-1 límite superior*

Mat	% Asfalto	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
	Malla						
filler	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
	SUB						
	TOTAL	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
Arena chancada	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	65.0	64.7	64.4	64.0	63.7	63.3
	# 10	92.5	92.0	91.5	91.0	90.6	90.1
	< #10	190.5	189.5	188.5	187.5	186.5	185.5
	SUB						
	TOTAL	348.0	346.2	344.4	342.6	340.8	338.9
Arena natural	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	49.5	49.3	49.0	48.8	48.5	48.2
	# 10	65.4	65.1	64.7	64.4	64.1	63.7
	< #10	245.0	243.8	242.5	241.2	239.9	238.7
	SUB						
	TOTAL	360.0	358.1	356.3	354.4	352.5	350.6
Piedra de 1/2"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	31.3	31.2	31.0	30.8	30.7	30.5
	3/8"	77.0	76.6	76.2	75.8	75.4	75.0
	# 4	50.2	50.0	49.7	49.4	49.2	48.9
	# 10	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.0
	< #10	18.4	18.3	18.2	18.1	18.0	17.9
	SUB						
	TOTAL	180.0	179.1	178.1	177.2	176.3	175.3
Piedra de 3/4"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	153.8	153.0	152.2	151.4	150.6	149.8
	3/8"	34.2	34.0	33.8	33.6	33.4	33.3
	# 4	87.1	86.6	86.2	85.7	85.3	84.8
	# 10	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	< #10	24.1	24.0	23.9	23.7	23.6	23.5
	SUB						
	TOTAL	300.0	298.4	296.9	295.3	293.8	292.2
		1200.0	1193.8	1187.5	1181.3	1175.0	1168.8
PEN 120-150		50.0	56.3	62.5	68.8	75.0	81.3
TOTAL		1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0
MUESTRA							

Fuente: elaboración propia

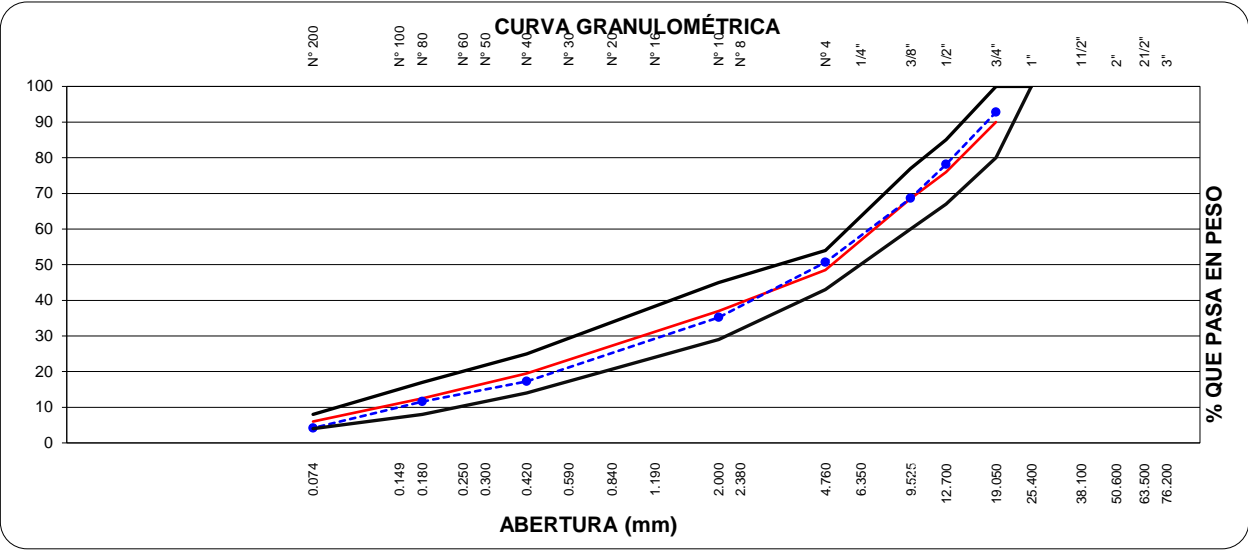
Tabla 14.33.*Combinación de agregados para MAC-1 límite medio*

Malla		Porcentajes pasantes (%)					
Tamiz	mm.	PIEDRAS		ARENAS		MEZCLA	
Agregados		pedra 3/4"	pedra 1/2"	Arena	Arena	filler	
		3/4"	1/2"	NATURAL	CHANCADA	filler	100%
Proporciones		20%	22%	27%	30%	1%	
1"	25.4	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.0
3/4"	19.05	63.87	100.00	100.00	100.00	100.00	92.8
1/2"	12.7	44.03	51.63	100.00	100.00	100.00	78.2
3/8"	9.525	37.73	13.99	100.00	100.00	100.00	68.6
Nº 4	4.76	11.63	6.16	89.24	72.80	100.00	50.6
Nº 8	2.36	9.60	2.30	79.27	50.30	100.00	39.9
Nº 10	2	8.60	1.70	68.07	45.87	100.00	35.2
Nº 16	1.18	0.00	0.00	57.53	36.22	100.00	27.4
Nº 30	0.6	0.00	0.00	45.87	29.47	100.00	22.2
Nº 40	0.42	0.00	0.00	32.89	24.70	100.00	17.3
Nº 50	0.3	0.00	0.00	29.40	21.87	100.00	15.5
Nº 80	0.18	0.00	0.00	24.13	13.50	100.00	11.6
Nº 100	0.15	0.00	0.00	12.00	11.33	80.70	7.4
Nº 200	0.074	0.00	0.00	6.00	6.70	53.80	4.2
pasa		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4.33 se muestra la combinación de los agregados gruesos, finos y filler para un diseño MAC-1; asimismo, se muestra 20 % de agregado de $\frac{3}{4}$ ", 22 % de agregado de $\frac{1}{2}$ ", 27 % de arena natural, 30 % de arena chancada y 1 % de filler, además, en la figura 4.28 se observa los límites de la curva granulométrica como límite mínimo, límite intermedio y límite máximo; a su vez, se observando la línea azul que representa la curva granulométrica producto de la combinación de los agregados mostrándose por el límite medio de las especificaciones del manual de carreteras.

Figura 14.28
Comportamiento de la combinación de los agregados para MAC-1 límite medio.



Fuente: elaboración propia.

Tabla 14.34.
Especificaciones de combinación de agregados para MAC-1 límite medio

Malla		Especificaciones		
Tamiz	mm.			
		MEZCLAS MAC - 1		
Agregados			MTC	CURVA IDEAL
Proporciones		100		
1"	25.4	100.0	100 - 100	100.00
3/4"	19.05	92.8	80 - 100	90.00
1/2"	12.7	78.2	67 - 85	76.00
3/8"	9.525	68.6	60 - 77	68.50
Nº 4	4.76	50.6	43 - 54	48.50
Nº 8	2.36	39.9		
Nº 10	2	35.2	29 - 45	37.00
Nº 16	1.18	27.4		
Nº 30	0.6	22.2		
Nº 40	0.42	17.3	14 - 25	19.50
Nº 50	0.3	15.5		
Nº 80	0.18	11.6	8 - 17	12.50

Nº 100	0.15	7.4		
Nº 200	0.074	4.2	4 - 8	6.00
pasa		0.0		

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4.34 se muestra las especificaciones del diseño MAC-1; asimismo, se muestra los números de los tamices, aberturas de cada tamiz los valores mínimos y máximos del diseño MAC-1; también, los valores de la curva ideal del dicho diseño y se puede observar los valores de la mezcla de los agregados obtenido por medio de la combinación por tanteo; por otro lado, la tabla 4.35 se muestra los pesos de los agregados que constituye la mezcla asfáltica MAC-1 con límite medio; además, los pesos de cada agregado está distribuido por los diferentes tamices de la tabla; así mismo, el manual de ensayos específicamente MTC- 504 recomienda realizar los ensayos con 0.05 % de asfalto de diferencia obteniendo un peso final de 1250 gr. Como peso de un molde para el ensayo Marshall.

Tabla 14.35.

pesos de agregados para MAC-1 límite medio

Mat	% Asfalto Malla	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
Arena chancada filler	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
	SUB TOTAL	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
Arena chancada filler	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	97.9	97.4	96.9	96.4	95.9	95.4
	# 10	97.0	96.5	95.9	95.4	94.9	94.4
	< #10	165.1	164.3	163.4	162.5	161.7	160.8
	SUB TOTAL	360.0	358.1	356.3	354.4	352.5	350.6
Arena natural	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	34.9	34.7	34.5	34.3	34.1	34.0
	# 10	68.6	68.2	67.9	67.5	67.2	66.8

	< #10	220.5	219.4	218.2	217.1	215.9	214.8
	SUB						
	TOTAL	324.0	322.3	320.6	318.9	317.3	315.6
Piedra de 1/2"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	127.7	127.0	126.4	125.7	125.0	124.4
	3/8"	99.4	98.9	98.3	97.8	97.3	96.8
	# 4	20.7	20.6	20.5	20.3	20.2	20.1
	# 10	10.2	10.1	10.1	10.0	10.0	9.9
	< #10	6.1	6.0	6.0	6.0	5.9	5.9
	SUB						
	TOTAL	264.0	262.6	261.3	259.9	258.5	257.1
Piedra de 3/4"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	134.3	133.6	132.9	132.2	131.5	130.8
	3/8"	15.1	15.0	15.0	14.9	14.8	14.7
	# 4	62.6	62.3	62.0	61.7	61.3	61.0
	# 10	4.9	4.9	4.8	4.8	4.8	4.8
	< #10	23.0	22.9	22.8	22.7	22.6	22.4
	SUB						
	TOTAL	240.0	238.8	237.5	236.3	235.0	233.8
		1200.0	1193.8	1187.5	1181.3	1175.0	1168.8
PEN 120-150		50.0	56.3	62.5	68.8	75.0	81.3
TOTAL							
MUESTRA		1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0

Fuente: elaboración propia

Tabla 14.36.

Combinación de agregados para MAC-1 límite inferior

Malla	mm.	Porcentajes pasantes (%)						Especificaciones
Tamiz		PIEDRAS		ARENAS		filler	MEZCLA	MAC – 1
Agregados		piedra 3/4"	piedra 1/2"	Arena	Arena	filler	MEZCLA	MTC
Proporciones		3/4"	1/2"	NATURAL	CHANCADA	filler	100%	
		30%	20%	26%	23%	1%		
1"	25.4	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.0	100 - 100
3/4"	19.05	48.43	100.00	100.00	100.00	100.00	84.5	80 – 100
1/2"	12.7	34.27	52.60	100.00	100.00	100.00	70.8	67 – 85
3/8"	9.525	16.40	33.83	100.00	100.00	100.00	61.7	60 – 77
Nº 4	4.76	9.13	21.93	81.27	66.80	100.00	44.6	43 – 54
Nº 8	2.36	5.10	19.50	69.27	48.07	100.00	35.5	
Nº 10	2	3.10	16.80	64.07	39.73	100.00	31.1	29 – 45
Nº 16	1.18	1.11	11.50	47.53	32.60	100.00	23.5	
Nº 30	0.6	1.07	6.40	36.87	19.87	100.00	16.8	
Nº 40	0.42	0.00	5.10	34.47	17.07	100.00	14.9	14 – 25
Nº 50	0.3	0.00	0.00	28.47	10.53	100.00	10.8	
Nº 80	0.18	0.00	0.00	19.40	7.50	100.00	7.8	8 – 17

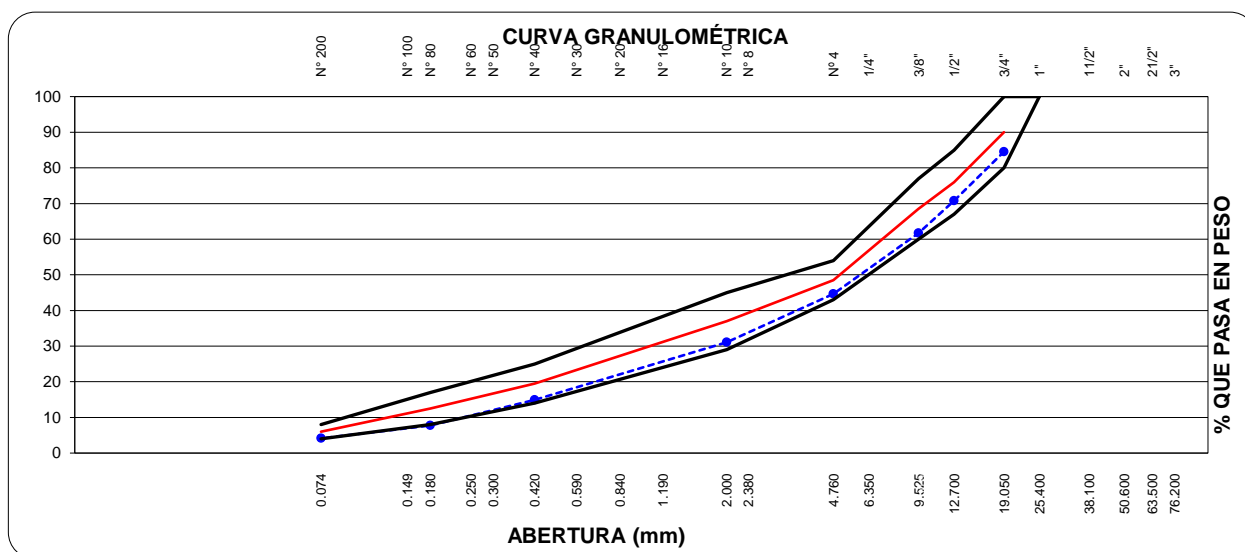
Nº 100	0.15	0.00	0.00	12.30	6.10	80.70	5.4	
Nº 200	0.074	0.00	0.00	8.70	5.80	53.80	4.1	4 – 8
pasa		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4.36 se muestra la combinación de los agregados gruesos, finos y filler para un diseño MAC-1; asimismo, se muestra 30 % de agregado de $\frac{3}{4}$ ', 20 % de agregado de $\frac{1}{2}$ ', 26 % de arena natural, 23 % de arena chancada y 1 % de filler, además, en la figura 4.29 se observa los límites de la curva granulométrica como límite mínimo, límite intermedio y límite máximo; a su vez, se observando la línea azul que representa la curva granulométrica producto de la combinación de los agregados mostrándose por el límite inferior de las especificaciones del manual de carreteras.

Figura 14.29

comportamiento de la combinación de los agregados para MAC-1 límite inferior



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.37.*Especificaciones de combinación de agregados para MAC-1 límite inferior*

Malla		Especificaciones		
Tamiz	mm.			
Agregados	MEZCLAS MAC - 1			
	MTC			CURVA IDEAL
Proporciones		100		
1"	25.4	100.0	100 - 100	100.00
3/4"	19.05	84.5	80 - 100	90.00
1/2"	12.7	70.8	67 - 85	76.00
3/8"	9.525	61.7	60 - 77	68.50
Nº 4	4.76	44.6	43 - 54	48.50
Nº 8	2.36	35.5		
Nº 10	2	31.1	29 - 45	37.00
Nº 16	1.18	23.5		
Nº 30	0.6	16.8		
Nº 40	0.42	14.9	14 - 25	19.50
Nº 50	0.3	10.8		
Nº 80	0.18	7.8	8 - 17	12.50
Nº 100	0.15	5.4		
Nº 200	0.074	4.1	4 - 8	6.00
pasa		0.0		

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4.37 se muestra las especificaciones del diseño MAC-1; asimismo, se muestra los números de los tamices, aberturas de cada tamiz los valores mínimos y máximos del diseño MAC-1; también, los valores de la curva ideal del dicho diseño y se puede observar los valores de la mezcla de los agregados obtenido por medio de la combinación por tanteo; por otro lado, la tabla 4.38 se muestra los pesos de los agregados que constituye la mezcla asfáltica MAC-1 con límite inferior; además, los pesos de cada agregado está distribuido por los diferentes tamices de la tabla; de acuerdo, con el manual de ensayos y específicamente el MTC- 504 recomienda realizar los ensayos cada 0.05 % de asfalto de diferencia obteniendo un peso final de 1250 gr. Como peso de un molde para el ensayo Marshall.

Tabla 14.38.

Pesos de agregados para MAC-1 límite inferior

Mat	% Asfalto	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
	Malla						
filler	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
	SUB						
	TOTAL	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
Arena chancada	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	91.6	91.2	90.7	90.2	89.7	89.2
	# 10	74.7	74.3	73.9	73.5	73.1	72.8
	< #10	109.7	109.1	108.5	108.0	107.4	106.8
	SUB						
	TOTAL	276.0	274.6	273.1	271.7	270.3	268.8
Arena natural	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	58.4	58.1	57.8	57.5	57.2	56.9
	# 10	53.7	53.4	53.1	52.8	52.6	52.3
	< #10	199.9	198.8	197.8	196.8	195.7	194.7
	SUB TOTAL	312.0	310.4	308.8	307.1	305.5	303.9
Piedra de 1/2"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	113.8	113.2	112.6	112.0	111.4	110.8
	3/8"	45.0	44.8	44.6	44.3	44.1	43.9
	# 4	28.6	28.4	28.3	28.1	28.0	27.8
	# 10	5.8	5.8	5.8	5.7	5.7	5.7
	< #10	46.8	46.6	46.3	46.1	45.8	45.6
	SUB TOTAL	240.0	238.8	237.5	236.3	235.0	233.8
Piedra de 3/4"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	236.6	235.4	234.2	232.9	231.7	230.5
	3/8"	64.3	64.0	63.6	63.3	63.0	62.6
	# 4	26.2	26.0	25.9	25.8	25.6	25.5
	# 10	14.5	14.4	14.4	14.3	14.2	14.1
	< #10	18.4	18.3	18.2	18.1	18.0	17.9
	SUB TOTAL	360.0	358.1	356.3	354.4	352.5	350.6
		1200.0	1193.8	1187.5	1181.3	1175.0	1168.8
PEN 120-150		50.0	56.3	62.5	68.8	75.0	81.3

TOTAL MUESTRA	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0
--------------------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Fuente: elaboración propia

Tabla 14.39.

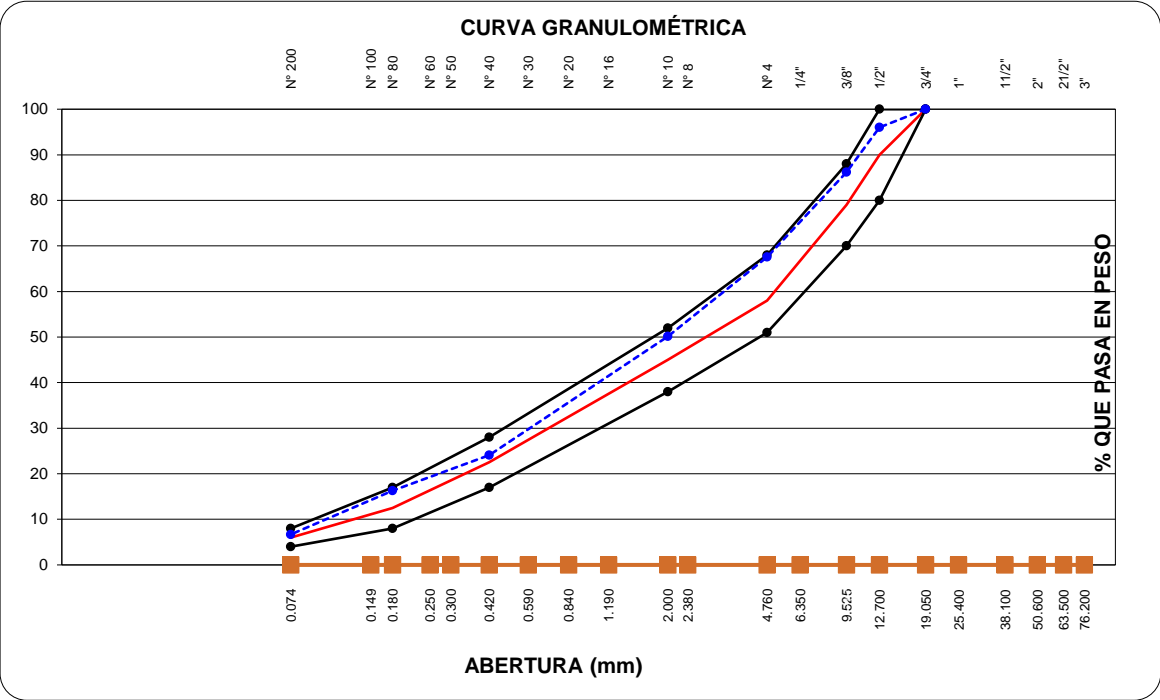
Combinación de agregados para MAC-2 límite superior

Malla		Porcentajes pasantes (%)				
Tamiz	mm.					
Agregados		PIEDRAS		ARENAS		MEZCLA
		piedra 3/4"	piedra 1/2"	Arena	Arena	filler
Proporciones		3/4"	1/2"	NATURAL	CHANCADA	filler
		0%	23%	41%	35%	1%
1"	25.4	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.7	0.00	82.60	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	39.83	100.00	100.00	100.00
Nº 4	4.76	0.00	11.93	86.24	81.31	100.00
Nº 8	2.36	0.00	10.20	79.27	58.07	100.00
Nº 10	2	0.00	9.00	68.07	54.73	100.00
Nº 16	1.18	0.00	7.20	57.53	41.60	100.00
Nº 30	0.6	0.00	6.70	45.87	36.87	100.00
Nº 40	0.42	0.00	5.00	32.89	24.07	100.00
Nº 50	0.3	0.00	0.00	29.40	22.40	100.00
Nº 80	0.18	0.00	0.00	24.13	15.37	100.00
Nº 100	0.15	0.00	0.00	12.00	13.21	80.70
Nº 200	0.074	0.00	0.00	6.00	10.54	53.80
pasa		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4.39 se muestra la combinación de los agregados gruesos, finos y filler para un diseño MAC-2; asimismo, se muestra un 23 % de agregado de 1/2", 41 % de arena natural, 35 % de arena chancada y 1 % de filler, además, en la figura 4.30 se observa los límites de la curva granulométrica como límite mínimo, límite intermedio y límite máximo; a su vez, se observando la línea azul que representa la curva granulométrica producto de la combinación de los agregados mostrándose por el límite superior de las especificaciones del manual de carreteras.

Figura 14.30
comportamiento de la combinación de los agregados para MAC-2 límite superior



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.40.
Especificaciones de agregados para MAC-2 límite superior

Malla		Especificaciones	
Tamiz	mm.		
Agregados		MEZCLAS	MAC - 2
		MTC	CURVA IDEAL

Proporciones		100		
1"	25.4			Curva Ideal
3/4"	19.05	100.0	100 - 100	100.00
1/2"	12.7	96.0	80 - 100	90.00
3/8"	9.525	86.2	70 - 88	79.00
Nº 4	4.76	67.6	51 - 68	58.00
Nº 8	2.36	56.2		

Nº 10	2	50.1	38 - 52	45.00
Nº 16	1.18	40.8		
Nº 30	0.6	34.2		
Nº 40	0.42	24.1	17 - 28	22.50
Nº 50	0.3	20.9		
Nº 80	0.18	16.3	8 --17	12.50
Nº 100	0.15	10.4		
Nº 200	0.074	6.7	4 - 8	6.00
pasa		0.0		

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4.40 se muestra las especificaciones del diseño MAC-2; asimismo, se muestra los números de los tamices, aberturas de cada tamiz los valores mínimos y máximos del diseño MAC-2; también, los valores de la curva ideal del dicho diseño y se puede observar los valores de la mezcla de los agregados obtenido por medio de la combinación por tanteo; por otro lado, en la tabla 4.41 se muestra los pesos de los agregados que constituye la mezcla asfáltica MAC-2 con límite superior; además, los pesos de cada agregado está distribuido por los diferentes tamices de la tabla; de acuerdo, con las especificaciones al MTC- 504 los ensayos se realizaron desde 4% de asfalto hasta 6.5 % de asfalto con 0.05 % de diferencia obteniendo un peso final de 1250 gr. Como peso de un molde para el ensayo Marshall.

Tabla 14.41.

pesos de agregados para MAC-2 límite superior

Mat	% Asfalto	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
	Malla						
Ar e n a n at	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
	SUB						
	TOTAL	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
Ar e n a n at	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	78.5	78.1	77.7	77.3	76.9	76.5
	# 10	111.6	111.0	110.5	109.9	109.3	108.7
	< #10	229.9	228.7	227.5	226.3	225.1	223.9
	SUB						
	TOTAL	420.0	417.8	415.6	413.4	411.3	409.1
Ar e n a n at	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	67.7	67.3	67.0	66.6	66.3	65.9
	# 10	89.4	88.9	88.5	88.0	87.6	87.1
	< #10	334.9	333.1	331.4	329.7	327.9	326.2
	SUB TOTAL	492.0	489.4	486.9	484.3	481.8	479.2
Piedra de 1/2"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	48.0	47.8	47.5	47.3	47.0	46.8
	3/8"	118.0	117.4	116.8	116.2	115.6	115.0
	# 4	77.0	76.6	76.2	75.8	75.4	75.0
	# 10	4.8	4.8	4.7	4.7	4.7	4.7
	< #10	28.2	28.0	27.9	27.7	27.6	27.4
	SUB TOTAL	276.0	274.6	273.1	271.7	270.3	268.8
Piedra de 3/4"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	TOTAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		1200.0	1193.8	1187.5	1181.3	1175.0	1168.8
PEN 120-150		50.0	56.3	62.5	68.8	75.0	81.3
TOTAL, MUESTRA		1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0

Fuente: elaboración propia

Tabla 14.42.

Combinación de agregados para MAC-2 límite medio

Malla Tamiz	mm.	Porcentajes pasantes (%)				
Agregados		PIEDRAS		ARENAS		MEZCLA
		piedra 3/4"	piedra 1/2"	Arena	Arena	filler
Proporciones		3/4"	1/2"	NATURAL	CHANCADA	filler
		0%	28%	36%	35%	1%
1"	25.4	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.7	0.00	51.63	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	13.99	100.00	100.00	100.00
Nº 4	4.76	0.00	6.16	89.24	72.80	100.00
Nº 8	2.36	0.00	2.30	79.27	50.30	100.00
Nº 10	2	0.00	1.70	68.07	45.87	100.00
Nº 16	1.18	0.00	0.00	57.53	36.22	100.00
Nº 30	0.6	0.00	0.00	45.87	29.47	100.00
Nº 40	0.42	0.00	0.00	32.89	24.70	100.00

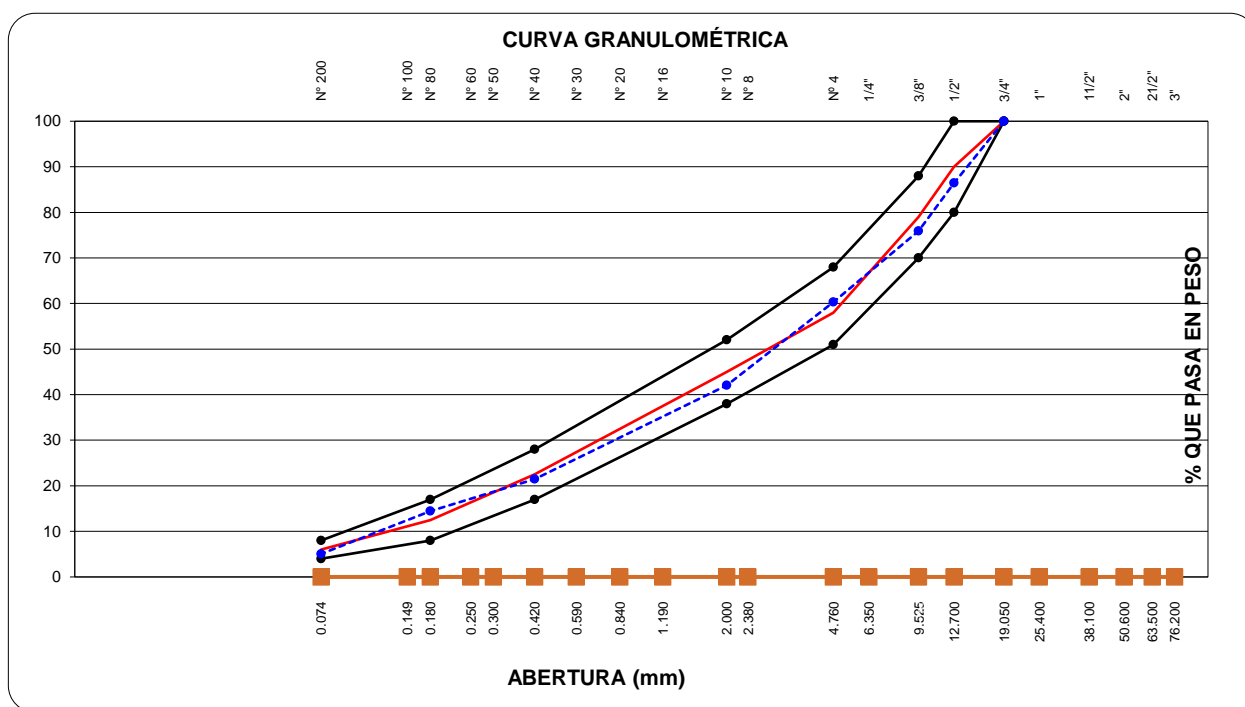
Nº 50	0.3	0.00	0.00	29.40	21.87	100.00	19.2
Nº 80	0.18	0.00	0.00	24.13	13.50	100.00	14.4
Nº 100	0.15	0.00	0.00	12.00	11.33	80.70	9.1
Nº 200	0.074	0.00	0.00	6.00	6.70	53.80	5.0
pasa		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4.42 se muestra la combinación de los agregados gruesos, finos y filler para un diseño MAC-2; asimismo, se muestra un 28 % de agregado de $\frac{1}{2}$ ", 36 % de arena natural, 35 % de arena chancada y 1 % de filler, además, en la figura 4.31 se observa los límites de la curva granulométrica como límite mínimo, límite intermedio y límite máximo; a su vez, se observando la línea azul que representa la curva granulométrica producto de la combinación de los agregados mostrándose por el límite medio de las especificaciones del manual de carreteras.

Figura 14.31

comportamiento de la combinación de los agregados para MAC-2 límite medio



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.43.*especificaciones de agregados para MAC-2 límite medio*

Malla		Especificaciones		
Tamiz	mm.			
		MEZCLAS MAC - 2		
Agregados		MTC		CURVA IDEAL
Proporciones		100		
1"	25.4			Curva Ideal
3/4"	19.05	100.0	100 - 100	100.00
1/2"	12.7	86.5	80 - 100	90.00
3/8"	9.525	75.9	70 - 88	79.00
Nº 4	4.76	60.3	51 - 68	58.00
Nº 8	2.36	47.8		
Nº 10	2	42.0	38 - 52	45.00
Nº 16	1.18	34.4		
Nº 30	0.6	27.8		
Nº 40	0.42	21.5	17 - 28	22.50
Nº 50	0.3	19.2		
Nº 80	0.18	14.4	8 --17	12.50
Nº 100	0.15	9.1		
Nº 200	0.074	5.0	4 - 8	6.00
pasa		0.0		

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4.43 se muestra las especificaciones del diseño MAC-2; asimismo, se muestra los números de los tamices, aberturas de cada tamiz los valores mínimos y máximos del diseño MAC-2; también, los valores de la curva ideal del dicho diseño y se puede observar los valores de la mezcla de los agregados obtenido por medio de la combinación por tanteo; por otro lado, la tabla 4.44 se muestra los pesos de los agregados que constituye la mezcla asfáltica MAC-2 con límite medio; además, los pesos de cada agregado está distribuido por los diferentes tamices de la tabla; de acuerdo, con el manual de ensayos y específicamente el MTC- 504 recomienda realizar los ensayos cada 0.05 % de asfalto de diferencia obteniendo un peso final de 1250 gr. Como peso de un molde para el ensayo Marshall.

Tabla 14.44.

pesos de agregados para MAC-2 límite medio

Mat	% Asfalto	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
	Malla						
Arena filler	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
	SUB TOTAL	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
Arena chancada	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	114.2	113.6	113.1	112.5	111.9	111.3
	# 10	113.1	112.5	111.9	111.4	110.8	110.2
	< #10	192.6	191.6	190.6	189.6	188.6	187.6
	SUB TOTAL	420.0	417.8	415.6	413.4	411.3	409.1
Arena natural	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	46.5	46.2	46.0	45.8	45.5	45.3
	# 10	91.5	91.0	90.5	90.0	89.6	89.1
	< #10	294.0	292.5	291.0	289.5	287.9	286.4
	SUB TOTAL	432.0	429.8	427.5	425.3	423.0	420.8
Piedra de 1/2"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	162.5	161.7	160.8	160.0	159.1	158.3
	3/8"	126.5	125.8	125.2	124.5	123.8	123.2
	# 4	26.3	26.2	26.0	25.9	25.8	25.6
	# 10	13.0	12.9	12.8	12.8	12.7	12.6
	< #10	7.7	7.7	7.6	7.6	7.6	7.5
	SUB TOTAL	336.0	334.3	332.5	330.8	329.0	327.3
Piedra de 3/4"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SUB TOTAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		1200.0	1193.8	1187.5	1181.3	1175.0	1168.8
PEN 120-150		50.0	56.3	62.5	68.8	75.0	81.3
TOTAL MUESTRA		1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0

Fuente: elaboración propia

Tabla 14.45.

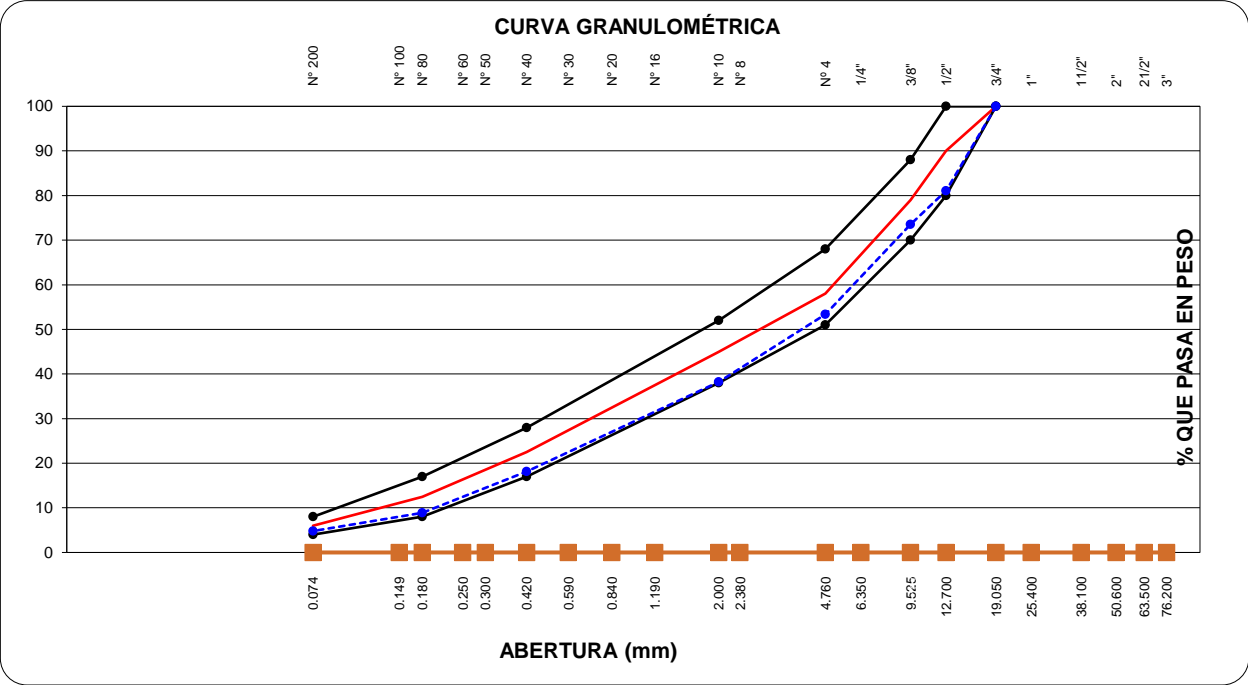
Combinación de agregados para MAC-2 límite inferior

Malla		Porcentajes pasantes (%)					
Tamiz	mm.						
Agregados		PIEDRAS		ARENAS		filler	MEZCLA
		piedra 3/4"	piedra 1/2"	Arena	Arena		
Proporciones		3/4"	1/2"	NATURAL	CHANCADA	filler	100%
		0%	40%	29%	30%	1%	
1"	25.4	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	0.0
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.0
1/2"	12.7	0.00	52.60	100.00	100.00	100.00	81.0
3/8"	9.525	0.00	33.83	100.00	100.00	100.00	73.5
Nº 4	4.76	0.00	21.93	81.27	66.80	100.00	53.4
Nº 8	2.36	0.00	19.50	69.27	48.07	100.00	43.3
Nº 10	2	0.00	16.80	64.07	39.73	100.00	38.2
Nº 16	1.18	0.00	11.50	47.53	32.60	100.00	29.2
Nº 30	0.6	0.00	6.40	36.87	19.87	100.00	20.2
Nº 40	0.42	0.00	5.10	34.47	17.07	100.00	18.2
Nº 50	0.3	0.00	0.00	28.47	10.53	100.00	12.4
Nº 80	0.18	0.00	0.00	19.40	7.50	100.00	8.9
Nº 100	0.15	0.00	0.00	12.30	6.10	80.70	6.2
Nº 200	0.074	0.00	0.00	8.70	5.80	53.80	4.8
pasa		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4.45 se muestra la combinación de los agregados gruesos, finos y filler para un diseño MAC-2; asimismo, se muestra un 40 % de agregado de 1/2", 29 % de arena natural, 30 % de arena chancada y 1 % de filler, además, en la figura 4.32 se observa los límites de la curva granulométrica como límite mínimo, límite intermedio y límite máximo; a su vez, se observando la línea azul que representa la curva granulométrica producto de la combinación de los agregados mostrándose por el límite inferior de las especificaciones del manual de carreteras.

Figura 14.32
comportamiento de la combinación de los agregados para MAC-2 límite inferior



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.46.
especificaciones de agregados para MAC-2 límite inferior

Malla		Especificaciones		
Tamiz	mm.			
		MEZCLAS	MAC - 2	
Agregados			MTC	CURVA IDEAL
Proporciones		100		
1"	25.4			Curva Ideal
3/4"	19.05	100.0	100 - 100	100.00
1/2"	12.7	81.0	80 - 100	90.00
3/8"	9.525	73.5	70 - 88	79.00
Nº 4	4.76	53.4	51 - 68	58.00
Nº 8	2.36	43.3		
Nº 10	2	38.2	38 - 52	45.00
Nº 16	1.18	29.2		
Nº 30	0.6	20.2		

Nº 40	0.42	18.2	17 - 28	22.50
Nº 50	0.3	12.4		
Nº 80	0.18	8.9	8 --17	12.50
Nº 100	0.15	6.2		
Nº 200	0.074	4.8	4 - 8	6.00
pasa		0.0		

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4.46 se muestra las especificaciones del diseño MAC-2; asimismo, se muestra los números de los tamices, aberturas de cada tamiz los valores mínimos y máximos del diseño MAC-2; también, los valores de la curva ideal del dicho diseño y se puede observar los valores de la mezcla de los agregados obtenido por medio de la combinación por tanteo; por otro lado, la tabla 4.47 se muestra los pesos de los agregados que constituye la mezcla asfáltica MAC-2 con límite inferior; además, los pesos de cada agregado está distribuido por los diferentes tamices de la tabla; de acuerdo, con el manual de ensayos y específicamente el MTC- 504 recomienda realizar los ensayos cada 0.05 % de asfalto de diferencia obteniendo un peso final de 1250 gr. Como peso de un molde para el ensayo Marshall.

Tabla 14.47.

pesos de agregados para MAC-2 límite inferior

Mat	% Asfalto Malla	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
filler	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
	SUB						
	TOTAL	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
Arena chancada	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	119.5	118.9	118.3	117.7	117.0	116.4
	# 10	97.4	96.9	96.4	95.9	95.4	94.9
	< #10	143.0	142.3	141.6	140.8	140.1	139.3
	SUB						
	TOTAL	360.0	358.1	356.3	354.4	352.5	350.6
Arena natural	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	65.2	64.8	64.5	64.2	63.8	63.5
	# 10	59.9	59.6	59.2	58.9	58.6	58.3

	< #10	223.0	221.8	220.6	219.5	218.3	217.1
	SUB						
	TOTAL	348.0	346.2	344.4	342.6	340.8	338.9
Piedra de 1/2"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	227.5	226.3	225.2	224.0	222.8	221.6
	3/8"	90.1	89.6	89.1	88.7	88.2	87.7
	# 4	57.1	56.8	56.5	56.2	55.9	55.6
	# 10	11.7	11.6	11.6	11.5	11.4	11.4
	< #10	93.6	93.1	92.6	92.1	91.7	91.2
	SUB						
	TOTAL	480.0	477.5	475.0	472.5	470.0	467.5
Piedra de 3/4"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SUB						
	TOTAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		1200.0	1193.8	1187.5	1181.3	1175.0	1168.8
PEN 120-150		50.0	56.3	62.5	68.8	75.0	81.3
QUIMIBOND		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL							
MUESTRA		1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0

Fuente: elaboración propia

Tabla 14.48.

Combinación de agregados para MAC-3 límite superior

Malla Tamiz	mm.	Porcentajes pasantes (%)				
		PIEDRAS		ARENAS		MEZCLA
Agregados		piedra 3/4"	piedra 1/2"	Arena	Arena	filler
Proporciones		3/4"	1/2"	NATURAL	CHANCADA	filler
		0%	0%	30%	69%	1%
1"	25.4	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.7	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
Nº 4	4.76	0.00	0.00	86.24	81.31	100.00
Nº 8	2.36	0.00	0.00	79.27	58.07	100.00
Nº 10	2	0.00	0.00	68.07	54.73	100.00
Nº 16	1.18	0.00	0.00	57.53	41.60	100.00
Nº 30	0.6	0.00	0.00	45.87	36.87	100.00
Nº 40	0.42	0.00	0.00	32.89	24.07	100.00
Nº 50	0.3	0.00	0.00	29.40	22.40	100.00
Nº 80	0.18	0.00	0.00	24.13	15.37	100.00

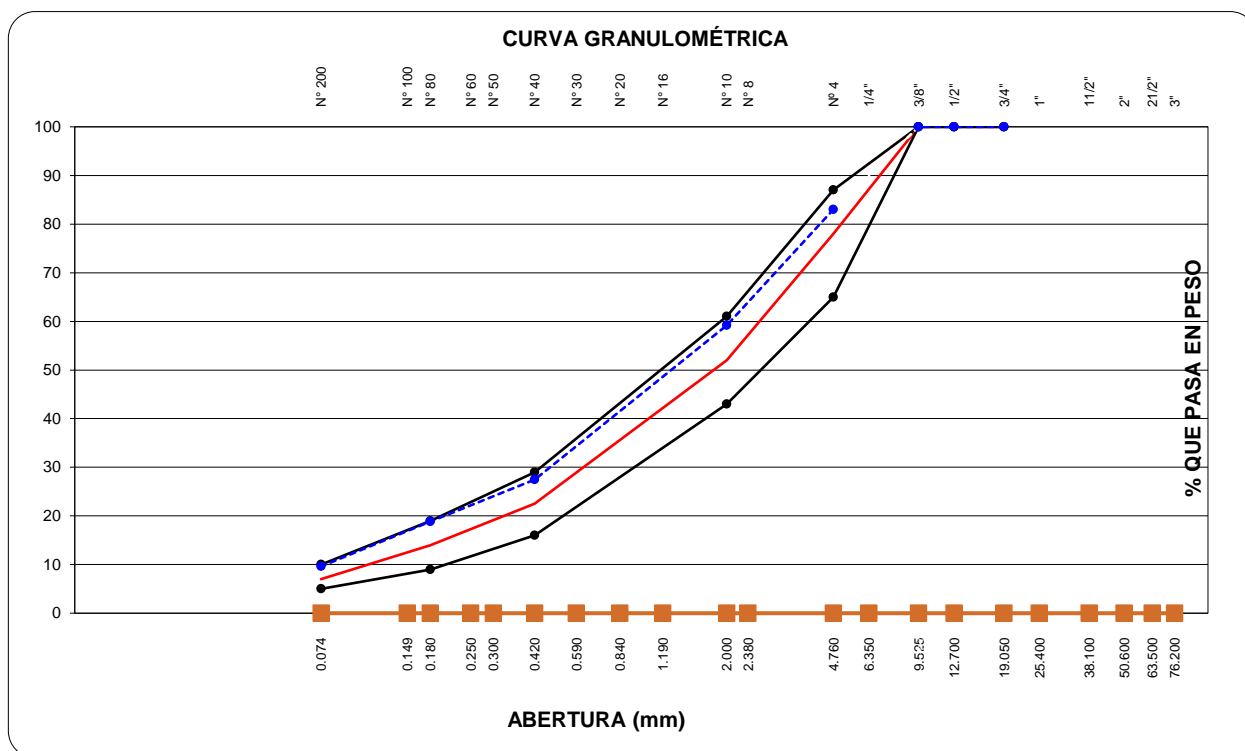
Nº 100	0.15	0.00	0.00	12.00	13.21	80.70	13.5
Nº 200	0.074	0.00	0.00	6.00	10.54	53.80	9.6
pasa		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4.48 se muestra la combinación de los agregados gruesos, finos y filler para un diseño MAC-3; asimismo, se muestra un 30% de arena natural, 69 % de arena chancada y 1 % de filler , además, en la figura 4.33 se observa los límites de la curva granulométrica como límite mínimo, límite intermedio y límite máximo; a su vez, se observando la línea azul que representa la curva granulométrica producto de la combinación de los agregados mostrándose por el límite superior de las especificaciones del manual de carreteras del diseño MAC-3.

Figura 14.33

comportamiento de la combinación de los agregados para MAC-3 límite superior



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.49.*especificaciones de agregados para MAC-3 límite superior*

Malla		Especificaciones		
Tamiz	mm.			
		MEZCLAS MAC - 3		
Agregados		MTC		CURVA IDEAL
Proporciones		100		
1"	25.4			Curva Ideal
3/4"	19.05	100.0	100 - 100	100.00
1/2"	12.7	100.0	100 - 100	100.00
3/8"	9.525	100.0	100 - 100	100.00
Nº 4	4.76	83.0	65 - 87	78.00
Nº 8	2.36	64.8		
Nº 10	2	59.2	43 - 61	52.00
Nº 16	1.18	47.0		
Nº 30	0.6	40.2		
Nº 40	0.42	27.5	16 - 29	22.50
Nº 50	0.3	25.3		
Nº 80	0.18	18.8	9--19	14.00
Nº 100	0.15	13.5		
Nº 200	0.074	9.6	5--10	7.00
pasa		0.0		

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4.49 se muestra las especificaciones del diseño MAC-3; asimismo, se muestra los números de los tamices, aberturas de cada tamiz los valores mínimos y máximos del diseño MAC-3; también, los valores de la curva ideal del dicho diseño y se puede observar los valores de la mezcla de los agregados obtenido por medio de la combinación por tanteo; por otro lado, la tabla 4.50 se muestra los pesos de los agregados que constituye la mezcla asfáltica MAC-3 con límite superior; además, los pesos de cada agregado está distribuido por los diferentes tamices de la tabla; de acuerdo, con el manual de ensayos y específicamente el MTC- 504 recomienda realizar los ensayos cada 0.05 % de asfalto de diferencia obteniendo un peso final de 1250 gr. Como peso de un molde para el ensayo Marshall.

Tabla 14.50.

pesos de agregados para MAC-3 límite superior

Mat	% Asfalto	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
	Malla						
filler	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
	SUB						
	TOTAL	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
Arena chancada	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	154.8	153.9	153.1	152.3	151.5	150.7
	# 10	220.1	218.9	217.8	216.6	215.5	214.3
	< #10	453.2	450.8	448.5	446.1	443.8	441.4
	SUB						
	TOTAL	828.0	823.7	819.4	815.1	810.8	806.4
Arena natural	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	49.5	49.3	49.0	48.8	48.5	48.2
	# 10	65.4	65.1	64.7	64.4	64.1	63.7
	< #10	245.0	243.8	242.5	241.2	239.9	238.7
	SUB						
	TOTAL	360.0	358.1	356.3	354.4	352.5	350.6
Piedra de 1/2"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SUB						
	TOTAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		1200.0	1193.8	1187.5	1181.3	1175.0	1168.8
PEN 120-150		50.0	56.3	62.5	68.8	75.0	81.3
QUIMIBOND		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL MUESTRA		1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0

Fuente: elaboración propia

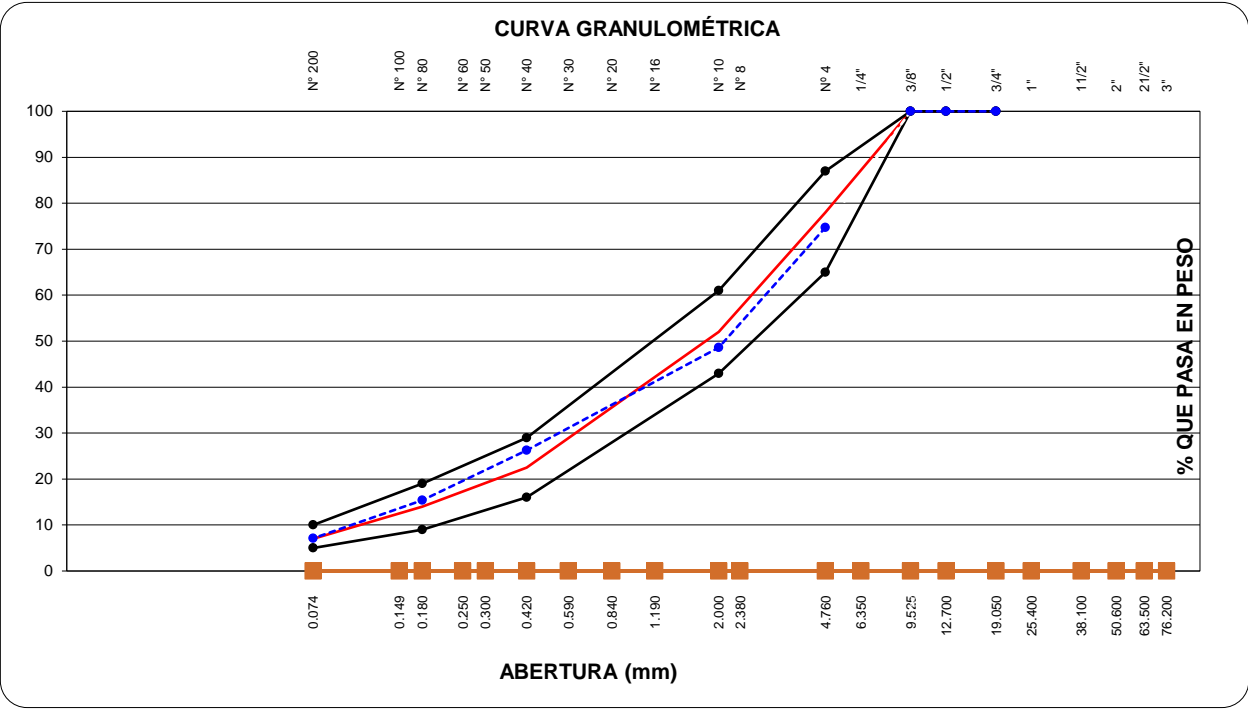
Tabla 14.51.*Combinación de agregados para MAC-3 límite medio*

Malla Tamiz	mm.	Porcentajes pasantes (%)					
Agregados		PIEDRAS		ARENAS		filler	MEZCLA
		piedra 3/4"	piedra 1/2"	Arena	Arena		
Proporciones		3/4"	1/2"	NATURAL	CHANCADA	filler	100%
		0%	0%	10%	89%	1%	
1"	25.4	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	0.0
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.0
1/2"	12.7	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.0
3/8"	9.525	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.0
Nº 4	4.76	0.00	0.00	89.24	72.80	100.00	74.7
Nº 8	2.36	0.00	0.00	79.27	50.30	100.00	53.7
Nº 10	2	0.00	0.00	68.07	45.87	100.00	48.6
Nº 16	1.18	0.00	0.00	57.53	36.22	100.00	39.0
Nº 30	0.6	0.00	0.00	45.87	29.47	100.00	31.8
Nº 40	0.42	0.00	0.00	32.89	24.70	100.00	26.3
Nº 50	0.3	0.00	0.00	29.40	21.87	100.00	23.4
Nº 80	0.18	0.00	0.00	24.13	13.50	100.00	15.4
Nº 100	0.15	0.00	0.00	12.00	11.33	80.70	12.1
Nº 200	0.074	0.00	0.00	6.00	6.70	53.80	7.1
pasa		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4.51 se muestra la combinación de los agregados gruesos, finos y filler para un diseño MAC-3; asimismo, se muestra un 10% de arena natural, 89 % de arena chancada y 1 % de filler , además, en la figura 4.34 se observa los límites de la curva granulométrica como límite mínimo, límite intermedio y límite máximo; a su vez, se observando la línea azul que representa la curva granulométrica producto de la combinación de los agregados mostrándose por el límite medio de las especificaciones del manual de carreteras del diseño MAC-3.

Figura 14.34
comportamiento de la combinación de los agregados para MAC-3 límite medio



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.52.
especificaciones de agregados para MAC-3 límite medio

Malla		Especificaciones	
Tamiz	mm.		
		MEZCLAS	MAC - 3
Agregados	MTC		CURVA IDEAL

Proporciones		100		
1"	25.4			Curva Ideal
3/4"	19.05	100.0	100 - 100	100.00
1/2"	12.7	100.0	100 - 100	100.00
3/8"	9.525	100.0	100 - 100	100.00

Nº 4	4.76	74.7	65 - 87	78.00
Nº 8	2.36	53.7		
Nº 10	2	48.6	43 - 61	52.00
Nº 16	1.18	39.0		
Nº 30	0.6	31.8		
Nº 40	0.42	26.3	16 - 29	22.50
Nº 50	0.3	23.4		
Nº 80	0.18	15.4	9--19	14.00
Nº 100	0.15	12.1		
Nº 200	0.074	7.1	5--10	7.00
pasa		0.0		

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4.52 se muestra las especificaciones del diseño MAC-3; asimismo, se muestra los números de los tamices, aberturas de cada tamiz los valores mínimos y máximos del diseño MAC-3; también, los valores de la curva ideal del dicho diseño y se puede observar los valores de la mezcla de los agregados obtenido por medio de la combinación por tanteo; por otro lado, la tabla 4.53 se muestra los pesos de los agregados que constituye la mezcla asfáltica MAC-3 con límite medio; además, los pesos de cada agregado está distribuido por los diferentes tamices de la tabla; de acuerdo, con el manual de ensayos y específicamente el MTC- 504 recomienda realizar los ensayos cada 0.05 % de asfalto de diferencia obteniendo un peso final de 1250 gr. Como peso de un molde para el ensayo Marshall.

Tabla 14.53.

especificaciones de agregados para MAC-3 límite medio

Mat	% Asfalto	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
	Malla						
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
	SUB						
	TOTAL	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
Arena chancada	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	290.5	289.0	287.5	286.0	284.4	282.9
	# 10	287.6	286.1	284.7	283.2	281.7	280.2

	< #10 SUB TOTAL	489.9 1068.0	487.3 1062.4	484.8 1056.9	482.2 1051.3	479.7 1045.8	477.1 1040.2
Arena natural	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	12.9	12.8	12.8	12.7	12.6	12.6
	# 10	25.4	25.3	25.1	25.0	24.9	24.7
	< #10 SUB TOTAL	81.7 120.0	81.3 119.4	80.8 118.8	80.4 118.1	80.0 117.5	79.6 116.9
Piedra de 1/2"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10 SUB TOTAL	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0
Piedra de 3/4"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10 SUB TOTAL	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0
		1200.0	1193.8	1187.5	1181.3	1175.0	1168.8
PEN 120-150		50.0	56.3	62.5	68.8	75.0	81.3
QUIMIBOND		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL, MUESTRA		1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0

Fuente: elaboración propia

Tabla 14.54.

Combinación de agregados para MAC-3 límite inferior

Malla Tamiz	mm.	Porcentajes pasantes (%)				
Agregados		PIEDRAS		ARENAS		MEZCLA
		piedra 3/4"	piedra 1/2"	Arena	Arena	filler
Proporciones		3/4"	1/2"	NATURAL	CHANCADA	filler
		0%	0%	13%	86%	1%
1"	25.4	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.7	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00

Nº 4	4.76	0.00	0.00	81.27	66.80	100.00	69.0
Nº 8	2.36	0.00	0.00	69.27	48.07	100.00	51.3
Nº 10	2	0.00	0.00	64.07	39.73	100.00	43.5
Nº 16	1.18	0.00	0.00	47.53	32.60	100.00	35.2
Nº 30	0.6	0.00	0.00	36.87	19.87	100.00	22.9
Nº 40	0.42	0.00	0.00	34.47	17.07	100.00	20.2
Nº 50	0.3	0.00	0.00	28.47	10.53	100.00	13.8
Nº 80	0.18	0.00	0.00	19.40	7.50	100.00	10.0
Nº 100	0.15	0.00	0.00	12.30	6.10	80.70	7.7
Nº 200	0.074	0.00	0.00	8.70	5.80	53.80	6.7
pasa		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4.54 se muestra la combinación de los agregados gruesos, finos y filler para un diseño MAC-3; asimismo, se muestra un 13% de arena natural, 86 % de arena chancada y 1 % de filler , además, en la figura 4.35 se observa los límites de la curva granulométrica como límite mínimo, límite intermedio y límite máximo; a su vez, se observando la línea azul que representa la curva granulométrica producto de la combinación de los agregados mostrándose por el límite inferior de las especificaciones del manual de carreteras del diseño MAC-3.

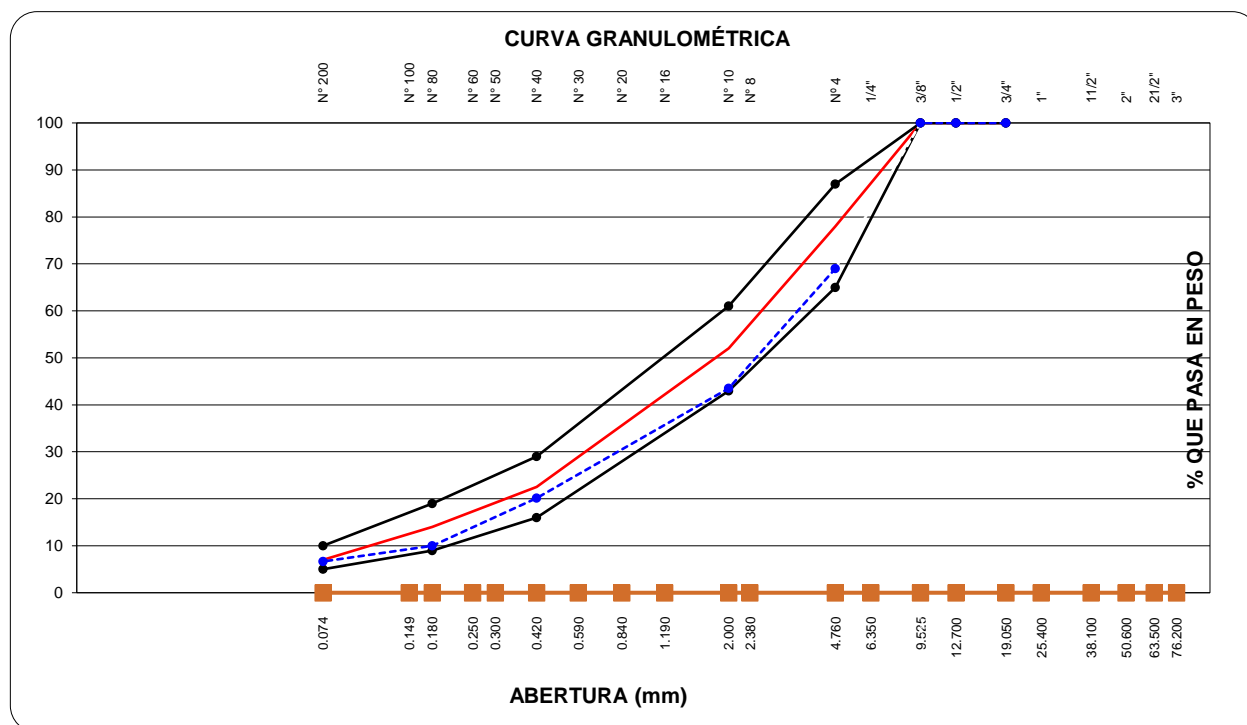


Figura 14.35

comportamiento de la combinación de los agregados para MAC-3 límite inferior

Fuente: elaboración propia

Tabla 14.55.

especificaciones de agregados para MAC-3 límite inferior

Malla		Especificaciones		
Tamiz	mm.			
		MEZCLAS MAC - 3		
Agregados		MTC		CURVA IDEAL
Proporciones		100		
1"	25.4			Curva Ideal
3/4"	19.05	100.0	100 - 100	100.00
1/2"	12.7	100.0	100 - 100	100.00
3/8"	9.525	100.0	100 - 100	100.00
Nº 4	4.76	69.0	65 - 87	78.00
Nº 8	2.36	51.3		
Nº 10	2	43.5	43 - 61	52.00
Nº 16	1.18	35.2		
Nº 30	0.6	22.9		
Nº 40	0.42	20.2	16 - 29	22.50
Nº 50	0.3	13.8		
Nº 80	0.18	10.0	9--19	14.00
Nº 100	0.15	7.7		
Nº 200	0.074	6.7	5--10	7.00
pasa		0.0		

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4.55 se muestra las especificaciones del diseño MAC-3; asimismo, se muestra los números de los tamices, aberturas de cada tamiz los valores mínimos y máximos del diseño MAC-3; también, los valores de la curva ideal del dicho diseño y se puede observar los valores de la mezcla de los agregados obtenido por medio de la combinación por tanteo; por otro lado, la tabla 4.56 se muestra los pesos de los agregados que constituye la mezcla asfáltica MAC-3 con límite inferior; además, los pesos de cada agregado está distribuido por los diferentes tamices de la tabla;

de acuerdo, con el manual de ensayos y específicamente el MTC- 504 recomienda realizar los ensayos cada 0.05 % de asfalto de diferencia obteniendo un peso final de 1250 gr. Como peso de un molde para el ensayo Marshall.

Tabla 14.56.

pesos de agregados para MAC-3 límite inferior

Mat	% Asfalto	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
	Malla						
filler	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
	SUB TOTAL	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
Arena chancada	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	342.6	340.8	339.1	337.3	335.5	333.7
	# 10	279.3	277.9	276.4	275.0	273.5	272.1
	< #10	410.0	407.9	405.8	403.6	401.5	399.4
	SUB TOTAL	1032.0	1026.6	1021.3	1015.9	1010.5	1005.1
Arena natural	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	29.2	29.1	28.9	28.8	28.6	28.5
	# 10	26.8	26.7	26.6	26.4	26.3	26.1
	< #10	99.9	99.4	98.9	98.4	97.9	97.3
	SUB TOTAL	156.0	155.2	154.4	153.6	152.8	151.9
Piedra de 1/2"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SUB TOTAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Piedra de 3/4"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SUB TOTAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		1200.0	1193.8	1187.5	1181.3	1175.0	1168.8

PEN 120-150	50.0	56.3	62.5	68.8	75.0	81.3
QUIMIBOND	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL, MUESTRA	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0

Fuente: elaboración propia

Resultado del efecto del porcentaje de asfalto al 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6.0%, y 6.5%.

Cemento asfáltico

El cemento asfáltico para el desarrollo de esta investigación es adquiridos por la Refinería la Pampilla S.A.A. ubicado en Casilla postal 10245Km. 25 carretera a ventanilla, Lima – 1 Perú. De manera que el lugar de la investigación está ubicado en la región y provincia de Pasco, donde la temperatura media anual esta dado entre -5°C y 10°C, asimismo, el cemento asfáltico elegido para esta zona es el PEN 120-150, según la tabla

Tabla 14.57.

Tipo de cemento asfáltico según temperatura ambiente.

Temperatura Media Anual			
	24°C	- 15°C	-
24°C o mas	15°C	5°C	Menos de 5°C
40-50		85-100	
60-70	60-70	120-150	asfalto

Fuente: MTC 2013

Las propiedades del cemento asfáltico PEN 120-150 son tomados de la refinería de origen; también, las propiedades presentadas por el material están cumpliendo los parámetros por las especificaciones del manual de carreteras.

Tabla 14.58.

Especificaciones básicas del cemento asfáltico

CEMENTO ASFÁLTICO 150-150 PEN		
ENSAYOS REPORTADOS	ESPECIFICACIONES	
	MÍNIMO	MÁXIMO

Ensayo de penetración a 25 °C, 100 g, 5 s	120	150
Punto de Inflamación Cleveland °C	218	-
Ductilidad a 25 °C, 5 cm/min, cm	100	
Solubilidad porcentaje de masa	99	
Perdida por calentamiento, % masa		
Penetración retenida, % del original	100	

Fuente: Especificación del asfalto por Repsol

Figura 14.36

Asfalto PEN120-150



Fuente: elaboración propia

Filler

El material fino o filler es muy importante dentro de una mezcla asfáltica; toda vez, que actúa como un mejorador de adherencia en este caso se utiliza una cal hidratada que; a su vez, debe cumplir con los requisitos de la especificación del manual de carreteras.

Figura 14.37

Cal como material filler.



Fuente: elaboración propia

Procedimientos:

Para la fabricación de los moldes de asfalto se desarrolla basándose con los procedimientos de las normativas Marshall; asimismo, los moldes permitirán determinar los valores de cada propiedad de la mezcla asfáltica.

En primer lugar, calentamos los agregados a una temperatura de 140°C a 150°C para después mezclar con el cemento asfáltico hasta obtener una mezcla asfáltica homogénea.

La temperatura de mezclado no debe superar el 160°C de temperatura, toda vez, que superado esta temperatura las propiedades del cemento asfáltico se reducirían.

El tiempo de mezclado debe ser entre 1 minuto y 2 minutos como mucho, de igual manera, se debe calentar también los moldes donde se van a compactar la mezcla asfáltica donde se debe colocar un papel filtro antes de colocar la mezcla asfáltica para luego chusear la mezcla asfáltica con 15 golpes externos y 10 golpes internos del molde y finalmente colocar un papel filtro.

El tipo de compactado se debe considerar la energía de compactación para; MAC-1 se debe realizar con 75 golpes con el martillo de compactación; del mismo modo, para la MAC-2 se debe

realizar con 50 golpes con el martillo de compactación, asimismo, para la MAC-3 son 35 golpes con el martillo de compactación del ensayo Marshall; también, es importante mencionar que el martillo de compactación tiene un peso de 2700 KN.

Después del compactado se debe dejar enfriar los moldes por un tiempo mínimo de 24 horas o dejar enfriar a una temperatura menor de 60°C, y finalmente rotular cada molde con sus respectivos nombres.

Finalmente, con los valores de estos ensayos encontramos el valor óptimo de contenido de asfalto para cada diseño MAC.

Figura 14.38

Molde de asfalto con diseño Marshall para ensayo



Fuente: elaboración propia

Para el desarrollo de la presente investigación se trabajó todas las propiedades con las mezclas para MAC- 1 con un diseño de límite superior otro diseño con limite medio y límite inferior, del mismo modo, se realizó moldes para MAC-2 con un diseño de límite superior, limite medio y límite inferior y por último se realizó moldes para MAC-3 con diseño de límite superior, limite medio y límite inferior.

Peso específico (gr/cm³)

El peso específico es muy importante para la evaluación de una mezcla asfáltica; toda vez, que se busca obtener el más alto peso específico de la mezcla asfáltica para obtener un rendimiento duradero.

Para determinar el peso específico de la mezcla asfáltica se debe realizar los moldes tales; peso seco, peso saturado, y el peso superficialmente seco.

Vacíos de aire (va)

El porcentaje de vacío en una mezcla asfáltica son parámetros muy importantes; toda vez, que el contenido de vacío va a contribuir en la durabilidad del pavimento; así mismo, cuando menor sea la cantidad o porcentaje de vacío de la mezcla asfáltica menor será la permeabilidad.

El rango de porcentaje de vacíos esta entre el 3 % y 5%. Calcula a partir del peso específico calculado.

Vacíos del agregado mineral (VMA)

Los vacíos del agregado mineral son los vacíos que existen entre partículas de la mezcla asfáltica y los vacíos cubiertos por cemento asfáltico, asimismo, se debe considerar los vacíos de agregado mineral mayores por que dan mayor durabilidad.

Vacíos llenos de asfalto (VFA)

Es el porcentaje de vacíos ocupado por el cemento asfáltico respecto al vacíos de los agregados pétreos.

Estabilidad (kg.)

La estabilidad es una de las propiedades de la mezcla asfáltica más importantes porque nos determinara la máxima capacidad que puede resistir la mezcla asfáltica por medio del ensayo Marshall con la prensa Marshall; además, la carga mínima por la especificación de carreteras según el ministerio de comunicaciones y transporte es de 831 kg.

Flujo (mm.)

La fluencia también es una de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica que nos permite hallar la deformación que tiene la mezcla asfáltica por una carga máxima aplicada y el rango de deformación según las especificaciones esta entre 2 mm. y 3.5 mm.

Límite superior, medio e inferior de MAC-1

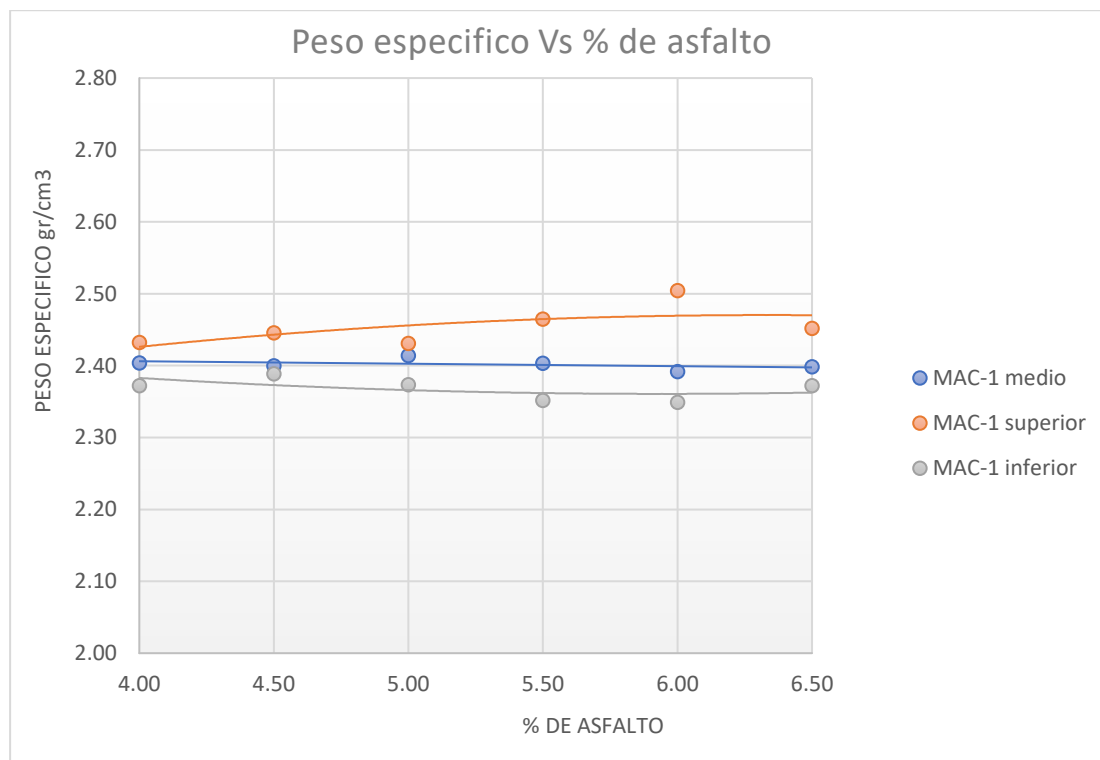
Tabla 14.59.

Valores de peso específico y volumen de vacíos de MAC-1

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
PESO ESPECIFICO	SUPERIOR	gr/cm3	2.43	2.45	2.43	2.46	2.50	2.45
	MEDIO	gr/cm3	2.40	2.40	2.41	2.40	2.39	2.40
	INFERIOR	gr/cm3	2.37	2.39	2.37	2.35	2.35	2.37
VOLUMEN DE VACIOS (Va)	SUPERIOR	%	6.26	5.45	3.75	2.80	2.11	1.43
	MEDIO	%	6.11	4.96	3.85	2.62	1.97	1.35
	INFERIOR	%	5.77	4.75	3.53	2.62	1.31	1.13

Fuente: elaboración propia

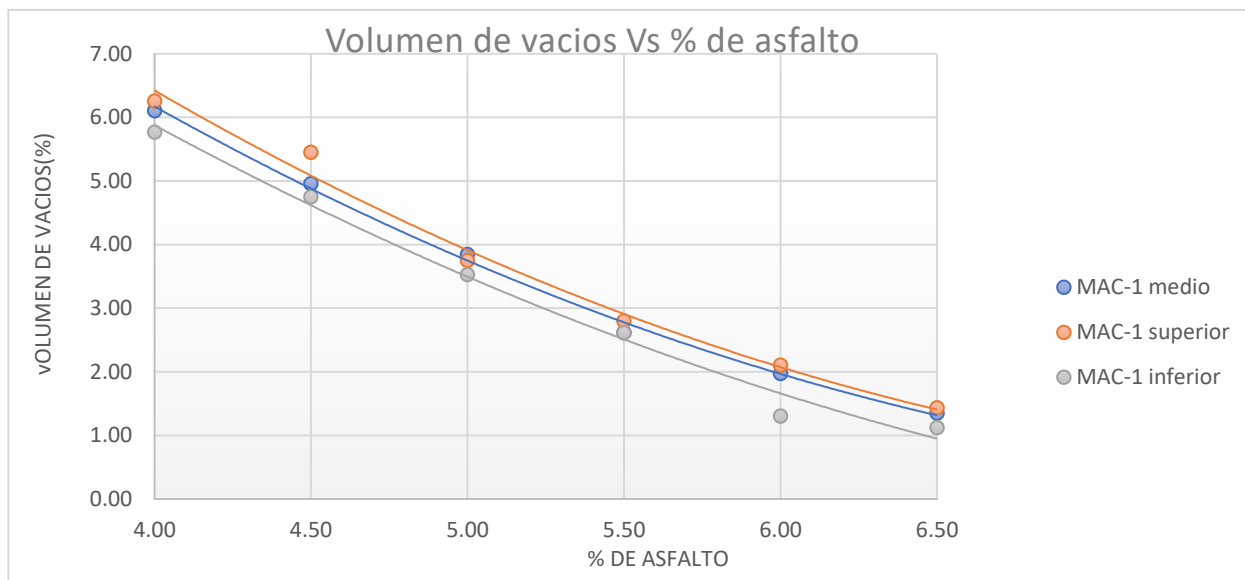
En la tabla 4.59 se muestra los resultados del ensayo de peso específico de la mezcla asfáltica con diseño MAC-1 límite superior, límite inferior y límite medio; además, el diseño MAC-1 con dosificación desde 4 % hasta 6.5 % de asfalto; asimismo, en la figura 4.39 se ilustra el comportamiento del ensayo con respecto al porcentaje de asfalto, de manera que, los valores más altos se encuentran en el diseño MAC-1 con 2.5 gr/cm3 en el límite superior y 6 % de asfalto con y con 2.41 gr/cm3 en el límite medio y con 5 % de asfalto y por último se tiene 2.37 gr/cm3 en el límite inferior con 4.5 % de asfalto; es por esto que, para mejorar el comportamiento de la resistencia al deslizamiento se tomaría el valor más alto del diseño MAC-1; toda vez, que el peso específico alto no da mayor rendimiento de la mezcla asfáltica.

Figura 14.39*Comportamiento del peso específico con diseño MAC-1**Fuente: elaboración propia*

la figura 4.40 se muestra el comportamiento del diseño MAC-1 del ensayo volumen de vacíos con respecto al porcentaje de asfalto, de manera que, los valores según las especificaciones del manual de carreteras están entre el 3 % y 5 %; por lo tanto, para el diseño MAC-1 con límite superior el valor aceptable es de 3.75% con 5 % de asfalto, para el diseño de la mezcla asfáltica MAC-1 con límite medio se tiene 4.96 % y 3.85 % de vacíos con 4.5 % y 5 % de asfalto respectivamente y por último el diseño MAC-1 con límite inferior se tiene 4.75 % y 3.53 % de volumen de vacíos con 4.5 % y 5 % de cemento asfáltico. para mejorar el comportamiento de la resistencia al deslizamiento se tomaría el valor que se encuentra en el rango del 3 % y 5 % de volumen de vacíos.

Figura 14.40

Comportamiento del volumen de vacíos con diseño MAC-1



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.60

Valores de vacíos en el agregado y vacíos llenos de asfalto de MAC-1

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
VACIOS EN EL AGREGADO MINERAL (VMA)	SUPERIOR	%	17.80	18.39	19.14	19.08	19.57	19.98
	MEDIO	%	17.51	18.08	18.49	18.85	19.57	19.75
	INFERIOR	%	17.33	17.40	17.79	18.52	18.63	19.69
VACIOS LLENOS CON ASFALTOS (VFA)	SUPERIOR	%	73.55	74.48	82.26	83.67	95.29	93.94
	MEDIO	%	69.47	72.60	79.20	86.14	91.05	95.12
	INFERIOR	%	68.78	70.10	82.10	85.60	92.41	97.68

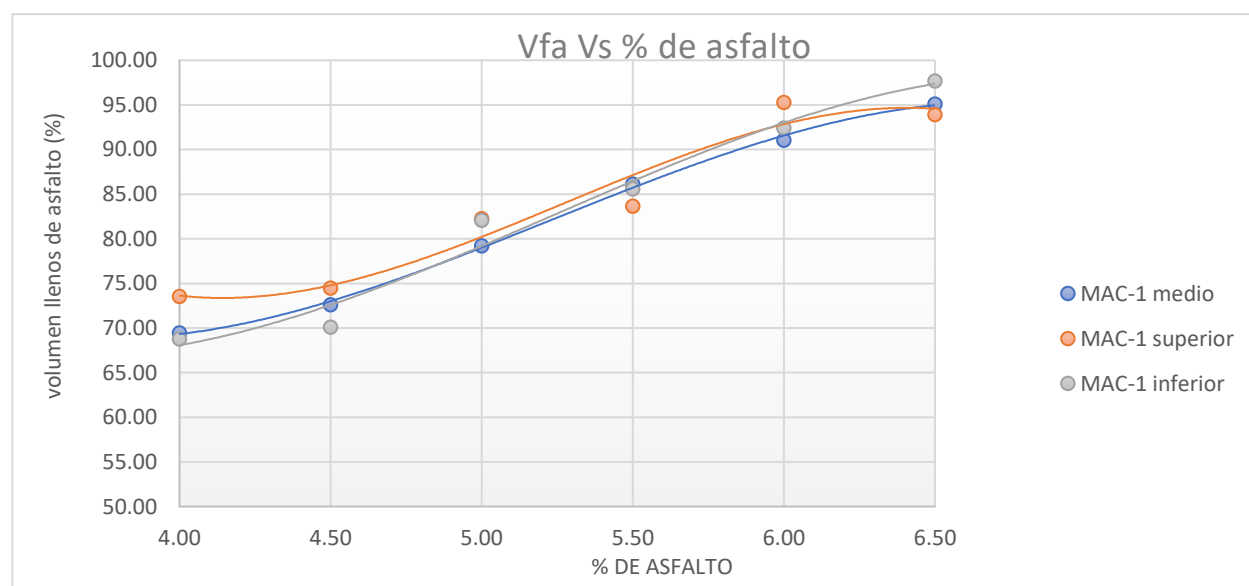
Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla 4.60 se presenta los valores obtenidos del ensayo vacíos del agregado mineral y vacíos llenos de asfalto del diseño MAC-1 con los usos granulométricos de la combinación de agregados de la mezcla asfáltica cumpliendo con el límite superior, límite

medio y límite inferior; del mismo modo, en la figura 4.41 se muestra el comportamiento del diseño MAC-1 del ensayo vacíos llenos de asfalto con respecto al porcentaje de asfalto, de manera que, para el diseño MAC-1 según las especificaciones de mezclas asfálticas están dentro del rango de 70% y 85 %; así mismo, el diseño MAC-1 límite superior, límite medio y límite inferior presentan los valores dentro del rango con las dosificaciones de 4 %, 4.5 %, 5 % y 5.5 % teniendo los valores más altos el diseño MAC-1 con límite superior, por lo tanto, para mejorar el comportamiento de la resistencia al deslizamiento se tomaría todos los valores que están con dosificación de 4 % hasta 5.5 % de asfalto; toda vez, que cumplen con las especificaciones de mezclas asfálticas

Figura 14.41

Comportamiento del volumen llenos de asfalto con diseño MAC-1



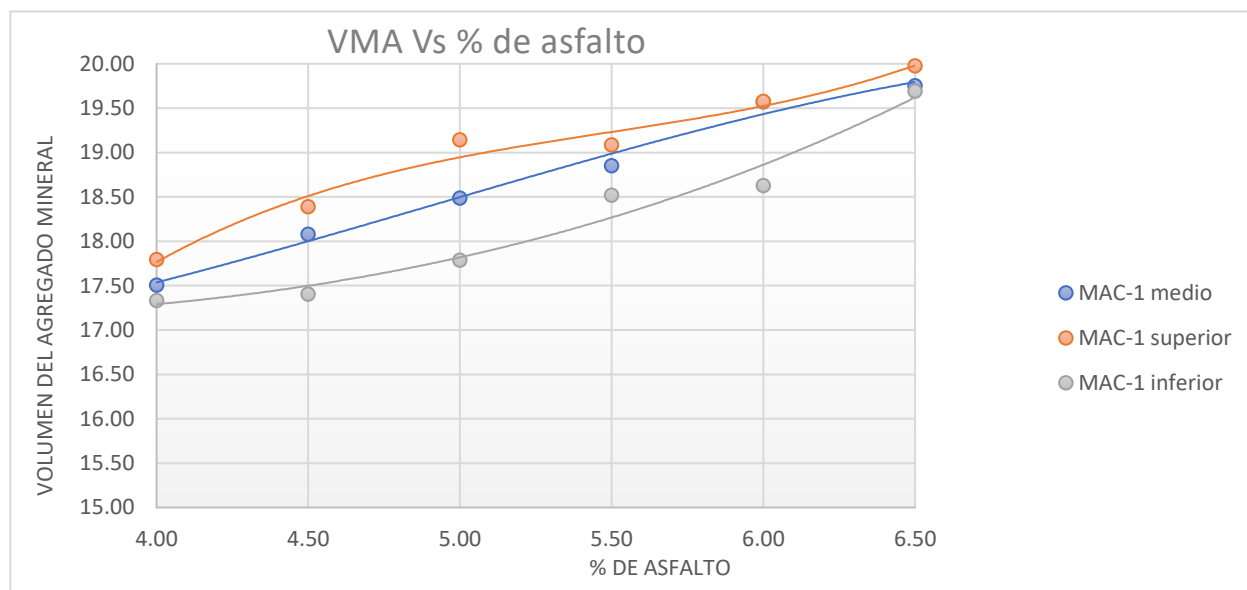
Fuente: elaboración propia

La figura 4.42 se muestra el comportamiento del diseño MAC-1 del ensayo vacíos del agregado mineral con respecto al porcentaje de asfalto, de manera que, 14 % de vacíos del agregado mineral es el valor mínimo que establece las especificaciones del manual de carreteras; por lo tanto, para el diseño MAC-1 con límite superior tiene 17.8 % de vacío de agregado mineral como valor mínimo, para el diseño MAC-1 con límite intermedio tiene 17.51 % de vacío de agregado mineral y por un diseño MAC-1 con límite inferior tiene 17.33 % de vacíos de agregado

mineral; por lo tanto, para mejorar el comportamiento de la resistencia al deslizamiento se tomaría

Figura 14.42

Comportamiento del volumen del agregado mineral con diseño MAC-1
 todos los valores toda vez que cumplen con las especificaciones de mezclas asfálticas.



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.61 .

Valores de estabilidad y flujo de MAC-1

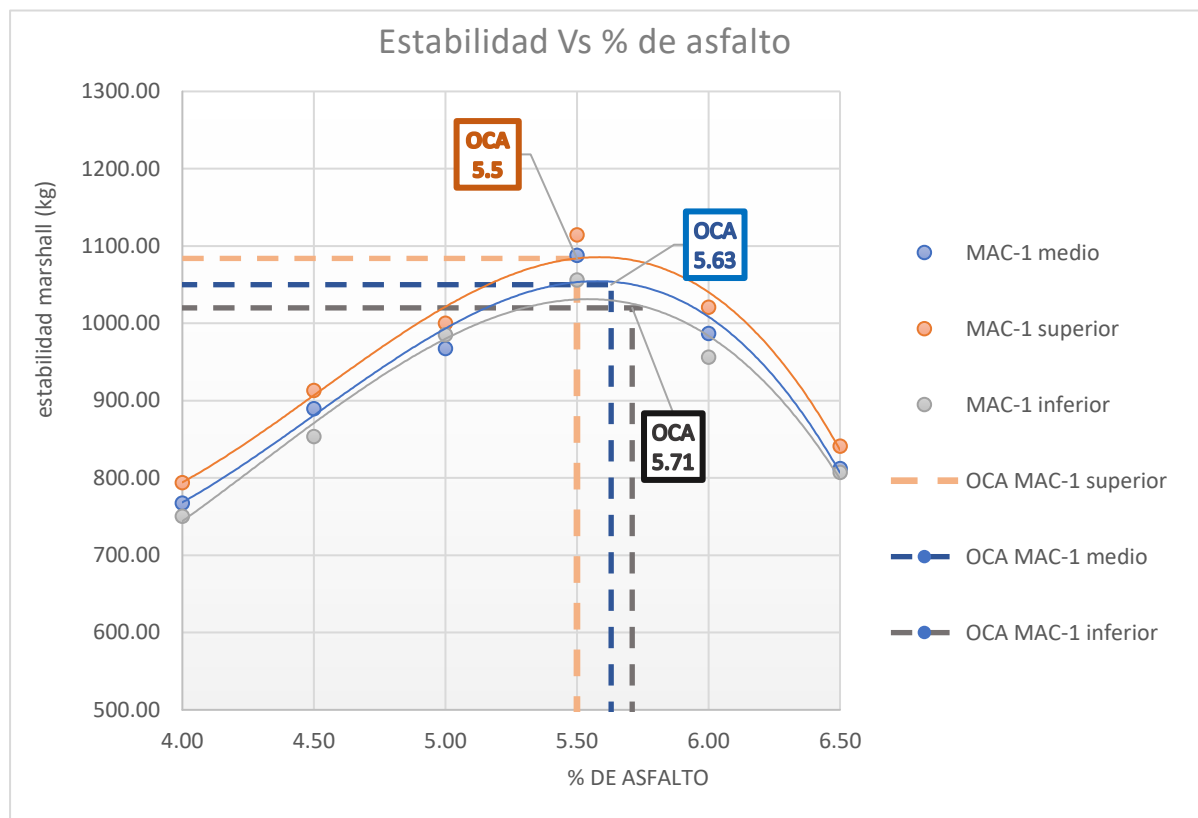
CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
ESTABILIDAD	SUPERIOR	Kg.	794.0	913.1	1000.0	1114.5	1020.7	841.2
	MEDIO	Kg.	767.5	889.7	967.3	1087.9	987.0	812.0
	INFERIOR	Kg.	750.5	853.4	985.0	1055.9	956.3	807.3
FLUJO	SUPERIOR	mm	2.24	2.25	2.82	3.15	3.99	4.08
	MEDIO	mm	2.50	2.70	3.10	3.40	4.12	4.22
	INFERIOR	mm	2.70	2.96	3.40	3.65	4.02	4.36

Fuente: elaboración propia

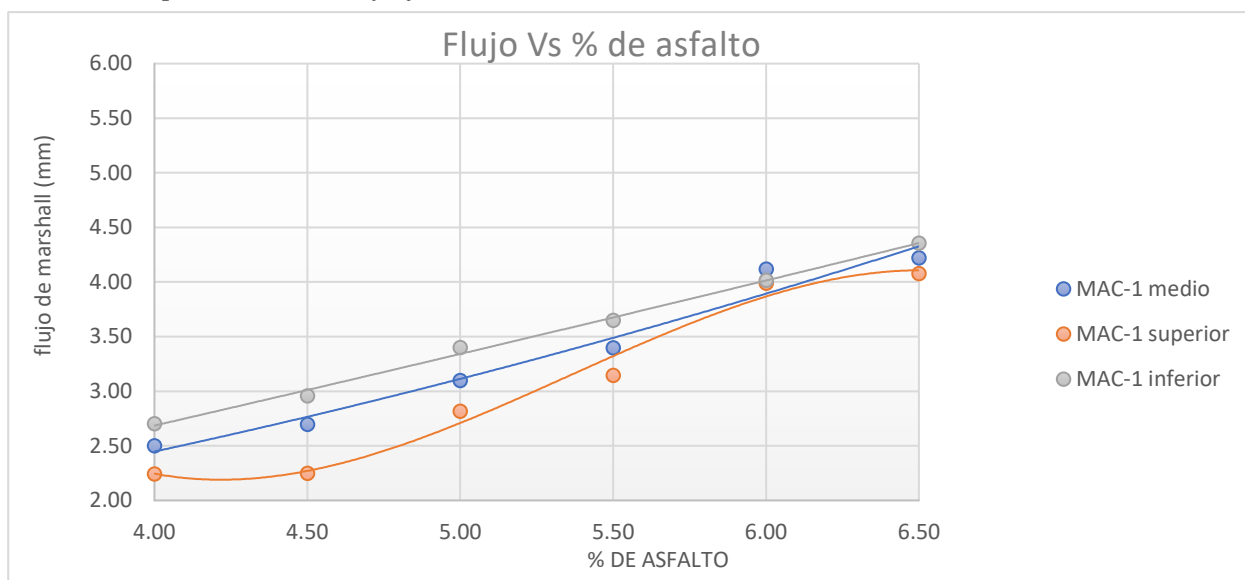
De acuerdo a la tabla 4.61 se presenta los valores obtenidos del ensayo estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica del diseño MAC-1 con los usos granulométricos de la combinación

de agregados de la mezcla asfáltica cumpliendo con el límite superior, límite medio y límite inferior; del mismo modo, en la figura 4.43 se muestra el comportamiento del diseño MAC-1 del ensayo de la estabilidad con respecto al porcentaje de asfalto, de manera que, para el diseño MAC-1 según las especificaciones de mezclas asfálticas el valor mínimo es de 831 kg.; así mismo, el diseño MAC-1 límite superior, límite medio y límite inferior presentan los valores dentro del rango con las dosificaciones de 4 %, hasta 6.5 % teniendo los valores más altos el diseño MAC-1 con límite superior, por lo tanto, para mejorar el comportamiento de la resistencia al deslizamiento se tomaría todos los valores que están con dosificación de 4 % hasta 6.5 % de asfalto; toda vez, que cumplen con las especificaciones de mezclas asfáltica.

Para determinar el óptimo contenido de asfalto del diseño MAC-1 se tomó en cuenta los valores determinado anteriormente de cada ensayo realizado, donde, los ensayos realizados cumplen con las especificaciones de la mezcla asfáltica, tomando los valores más óptimos y favorables según las especificaciones técnicas; por otra parte, para el diseño MAC -1 con límite superior se tomó un óptimo contenido de asfalto (OCA) 5.5 %, para el diseño MAC-1 límite medio se tomó un óptimo contenido de asfalto de 5.63% y por ultimo para el diseño MAC-1 límite inferior se tomó un óptimo contenido de asfalto de 5.71% de asfalto.

Figura 14.43.*Comportamiento de la estabilidad con diseño MAC-1**Fuente: elaboración propia*

De acuerdo a la figura 4.44 se muestra el comportamiento del diseño MAC-1 del ensayo de fluencia con respecto al porcentaje de asfalto, de manera que, para el diseño MAC-1 según las especificaciones de mezclas asfálticas los valores se encuentran dentro del rango 2 mm y 3.5 mm.; así mismo, el diseño MAC-1 con límite superior, límite medio y límite inferior presentan los valores dentro del rango de las especificaciones los ensayos con las dosificaciones de 4.5 %, hasta 5.5 % teniendo los valores más bajos el diseño MAC-1 con límite superior, por lo tanto, para mejorar el comportamiento de la resistencia al deslizamiento se tomaría todos los valores que están con dosificación de 4 % hasta 5.5 % de asfalto; toda vez, que cumplen con las especificaciones de mezclas asfáltica.

Figura 14.44.*Comportamiento del flujo con diseño MAC-1*

Fuente: elaboración propia

Tabla 14.62 .*Valores de peso específico y volumen de vacíos de MAC-2*

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
PESO ESPECIFICO	SUPERIOR	gr/cm3	2.36	2.39	2.39	2.40	2.37	2.35
	MEDIO	gr/cm3	2.36	2.37	2.36	2.34	2.34	2.32
	INFERIOR	gr/cm3	2.34	2.34	2.36	2.38	2.33	2.27
VOLUMEN DE VACIOS (Va)	SUPERIOR	%	6.15	5.13	3.43	3.06	1.89	1.23
	MEDIO	%	5.79	4.60	3.35	2.42	1.67	1.14
	INFERIOR	%	5.77	4.42	3.25	1.62	1.27	0.90

Fuente: elaboración propia

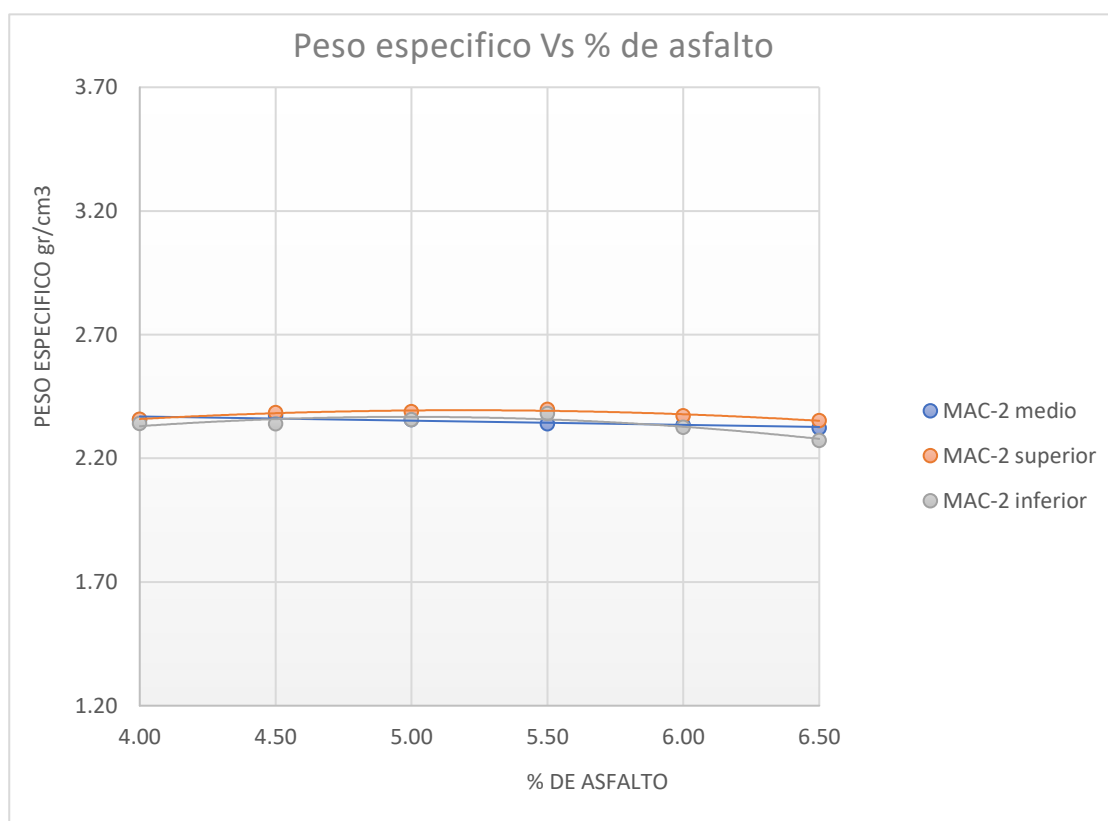
En la tabla 4.62 se muestra los resultados del ensayo de peso específico de la mezcla asfáltica con diseño MAC-2 límite superior, límite inferior y límite medio; además, el diseño MAC-2 está con dosificación de desde 4 % hasta 6 % de asfalto; asimismo, en la figura 4.45 se ilustra el comportamiento del ensayo con respecto al porcentaje de asfalto, de manera que,

los valores más altos se encuentran en el diseño MAC-2 con 2.40 gr/cm³ en el límite superior y 5.5 % de asfalto con y con 2.37 gr/cm³ en el límite medio y con 4.5 % de asfalto y por último se tiene 2.38 gr/cm³ en el límite inferior con 5.5 % de asfalto; es por esto que, para mejorar el comportamiento de la resistencia al deslizamiento se tomaría el valor más alto del diseño MAC-2; toda vez, que el peso específico alto nos da mayor rendimiento de la mezcla asfáltica.

Fuente: elaboración propia

Figura 14.45

Comportamiento del peso específico con diseño MAC-2

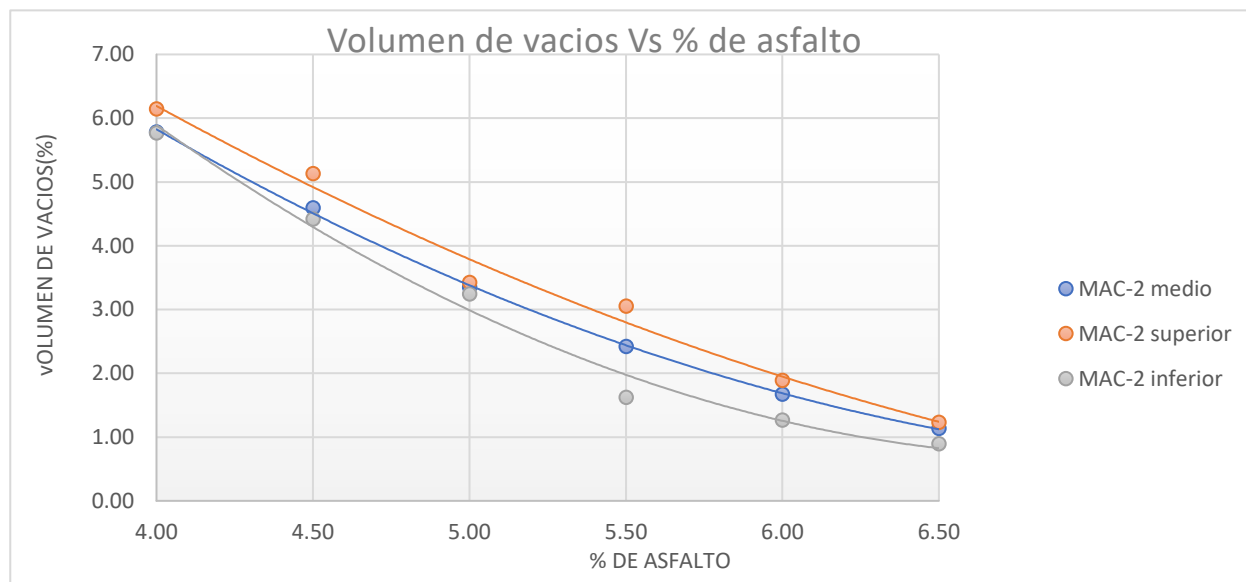


la figura 4.46 se muestra el comportamiento del diseño MAC-2 del ensayo volumen de vacíos con respecto al porcentaje de asfalto, de manera que, los valores según las especificaciones del manual de carreteras están entre el 3 % y 5 %; por lo tanto, para el diseño MAC-2 con límite superior el valor aceptable es de 3.46% y 3.06 % con 5 % y 5.5 % de asfalto respectivamente, para el diseño de la mezcla asfáltica MAC-2 con limite medio se tiene 4.6 % y 3.35 % de vacíos con 4.5 % y 5 % de asfalto respectivamente y por último el diseño

MAC-2 con límite inferior se tiene 4.42 % y 3.25 % de volumen de vacíos con 4.5 % y 5 % de cemento asfáltico. para mejorar el comportamiento de la resistencia al deslizamiento se tomaría el valor que se encuentra en el rango del 3 % y 5 % de volumen de vacíos.

Figura 14.46

Comportamiento del volumen de vacíos con diseño MAC-2



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.63 .

Valores de vacíos en el agregado mineral y vacíos llenos de asfalto de MAC-2

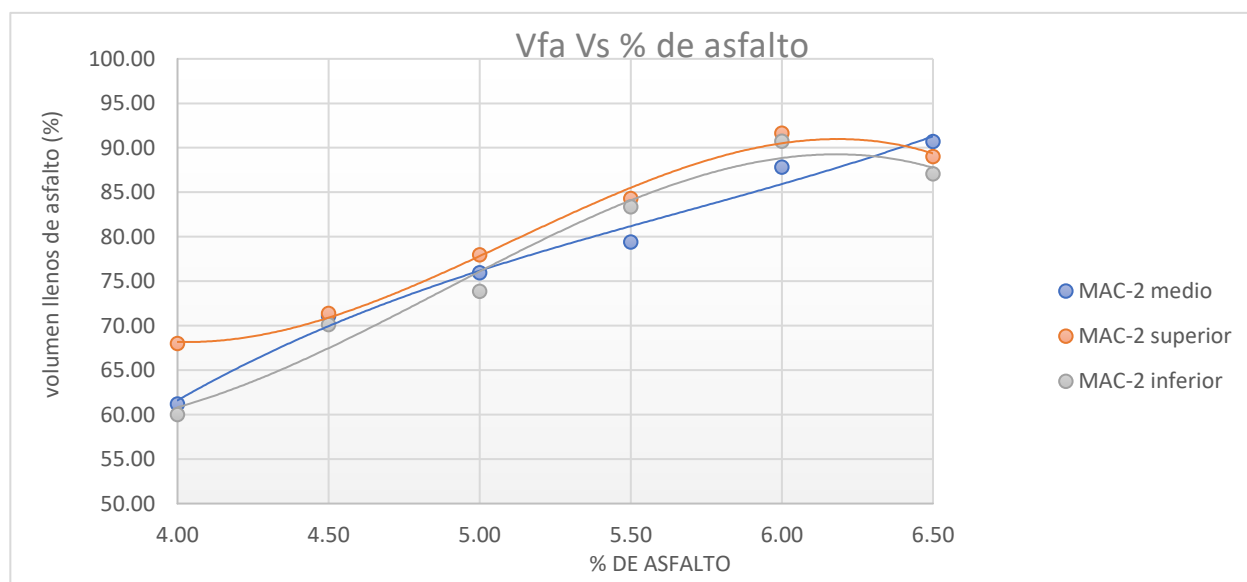
CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
VACIOS EN EL AGREGADO MINERAL (VMA)	SUPERIOR	%	17.48	17.84	18.30	18.17	19.32	19.45
	MEDIO	%	16.70	16.83	17.60	17.44	18.16	18.92
	INFERIOR	%	16.20	17.39	17.23	18.11	18.56	18.62
VACIOS LLENOS CON ASFALTOS (VFA)	SUPERIOR	%	67.99	71.37	77.96	84.30	91.65	89.02
	MEDIO	%	61.18	71.07	75.95	79.40	87.82	90.71
	INFERIOR	%	60.00	70.11	73.84	83.34	90.73	87.08

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla 4.63 se presenta los valores obtenidos del ensayo vacíos del agregado mineral y vacíos llenos con asfalto del diseño MAC-2 con los usos granulométricos de la combinación de agregados de la mezcla asfáltica, cumpliendo con el límite superior, límite medio y límite inferior; del mismo modo, en la figura 4.47 se muestra el comportamiento del diseño MAC-2 del ensayo vacíos llenos de asfalto con respecto al porcentaje de asfalto, de manera que, para el diseño MAC-2 según las especificaciones de mezclas asfálticas están dentro del rango de 65 % y 78 %; así mismo, el diseño MAC-2 límite superior, límite medio y límite inferior presentan los valores dentro del rango con las dosificaciones en las dosificaciones de 4.5 %, 5 % y 5.5 % teniendo los valores más altos el diseño MAC-2 con límite superior, por lo tanto, para mejorar el comportamiento de la resistencia al deslizamiento se tomaría todos los valores que están con dosificación de 4.5 % hasta 5.5 % de asfalto; toda vez, que cumplen con las especificaciones de mezclas asfáltica

Figura 14.47

Comportamiento del volumen lleno de asfalto con diseño MAC-2



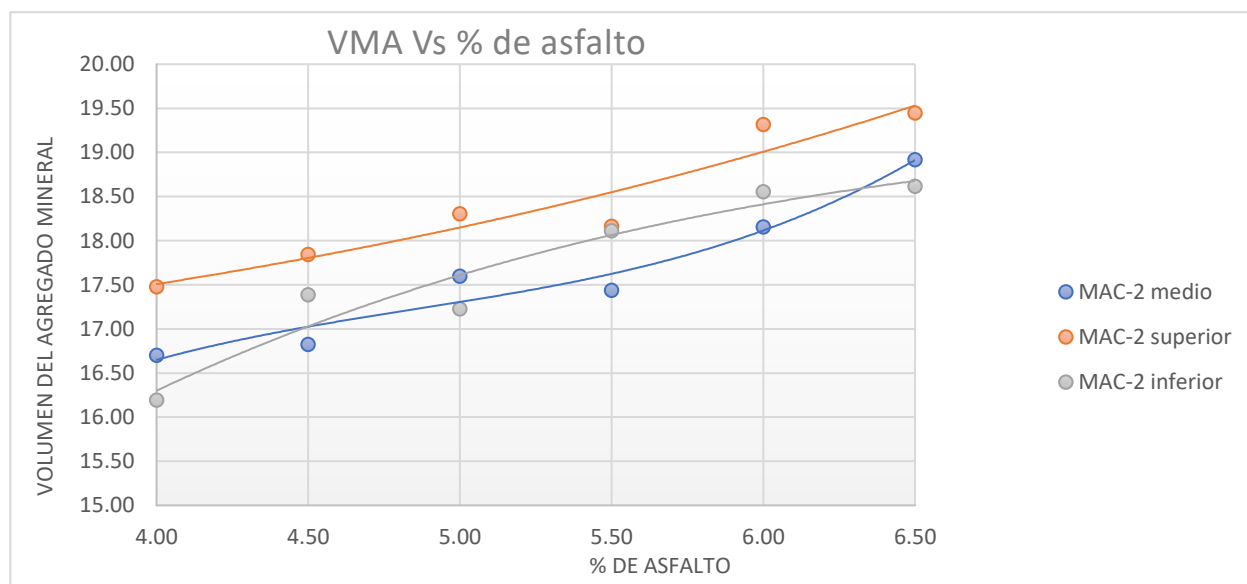
Fuente: elaboración propia

la figura 4.48 se muestra el comportamiento del diseño MAC-2 del ensayo vacíos del agregado mineral con respecto al porcentaje de asfalto, de manera que, 15 % de vacíos del agregado mineral es el valor mínimo que establece las especificaciones del manual de carreteras; por lo tanto, para el diseño MAC-2 con límite superior tiene 17.48 % de vacío de agregado mineral

como valor mínimo, para el diseño MAC-2 con limite intermedio tiene 16.7 % de vacío de agregado mineral y para un diseño MAC-2 con límite inferior tiene 16.2 % de vacíos de agregado mineral; por lo tanto, para mejorar el comportamiento de la resistencia al deslizamiento se tomaría todos los valores toda vez que cumplen con las especificaciones de mezclas asfálticas.

Figura 14.48.

Comportamiento del volumen del agregado mineral con diseño MAC-2



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.64 .

Valores de estabilidad y flujo de MAC-2

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
ESTABILIDAD	SUPERIOR	Kg.	730.5	881.3	1058.4	1014.7	1003.7	868.5
	MEDIO	Kg.	722.2	846.7	1025.0	1031.6	936.7	831.2
	INFERIOR	Kg.	712.5	845.7	989.0	1007.9	907.0	807.2
FLUJO	SUPERIOR	mm	2.66	2.82	3.29	3.58	4.36	4.37
	MEDIO	mm	2.85	3.02	3.49	3.74	4.41	4.60
	INFERIOR	mm	2.79	3.30	3.58	3.97	4.66	4.70

Fuente: elaboración propia

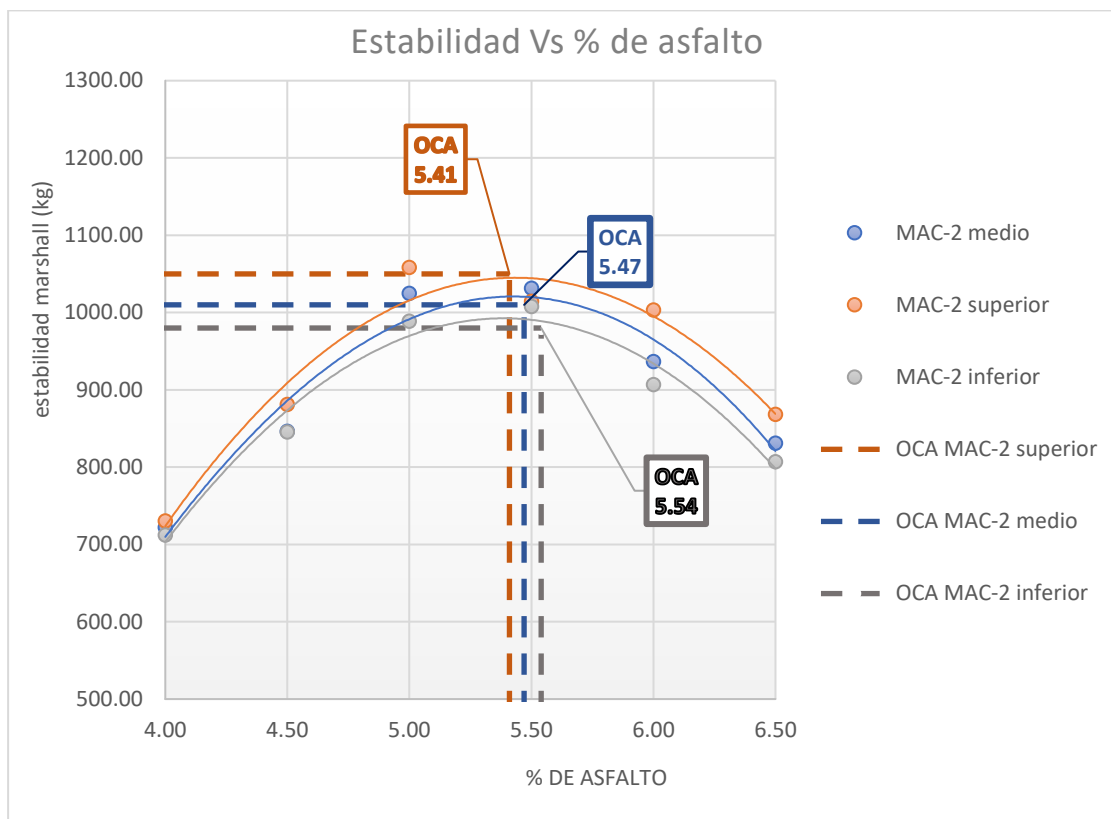
De acuerdo a la tabla 4.64 se presenta los valores obtenidos del ensayo estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica del diseño MAC-2 con los usos granulométricos de la combinación

de agregados de la mezcla asfáltica cumpliendo con el límite superior, límite medio y límite inferior; del mismo modo, en la figura 4.49 se muestra el comportamiento del diseño MAC-2 del ensayo de la estabilidad con respecto al porcentaje de asfalto, de manera que, para el diseño MAC-2 según las especificaciones de mezclas asfálticas el valor mínimo es de 544 kg.; así mismo, el diseño MAC-2 límite superior, límite medio y límite inferior presentan los valores dentro del rango con las dosificaciones de 4 %, hasta 6.5 % teniendo los valores más altos el diseño MAC-2 con límite superior, por lo tanto, para mejorar el comportamiento de la resistencia al deslizamiento se tomaría todos los valores que están con dosificación de 4 % hasta 6.5 % de asfalto; toda vez, que cumplen con las especificaciones de mezclas asfáltica.

Para determinar el óptimo contenido de asfalto del diseño MAC-2 se tomó en cuenta los valores determinado anteriormente de cada ensayo realizado, donde, los ensayos realizados cumplen con las especificaciones de la mezcla asfáltica, tomando los valores más óptimos y favorables según las especificaciones técnicas; por otra parte, para el diseño MAC -2 con límite superior se tomó un óptimo contenido de asfalto (OCA) 5.41 %, para el diseño MAC-2 límite medio se tomó un óptimo contenido de asfalto de 5.47 % y por último para el diseño MAC-2 límite inferior se tomó un óptimo contenido de asfalto de 5.54 % de asfalto.

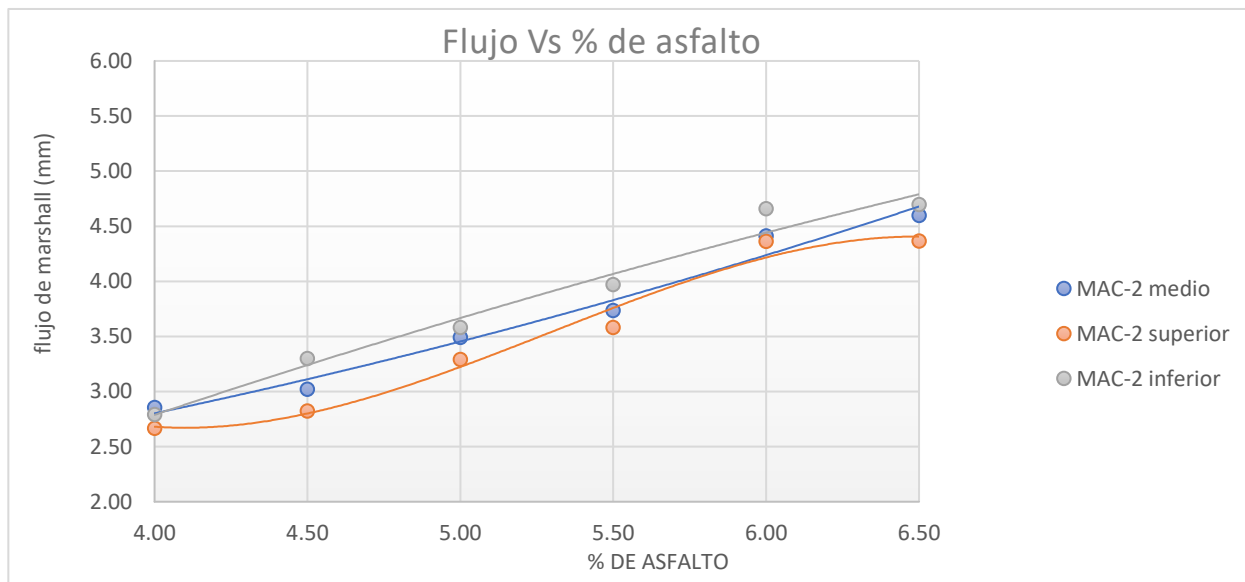
Figura 14.49

Comportamiento de la estabilidad con diseño MAC-2



Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la figura 4.50 se muestra el comportamiento del diseño MAC-2 del ensayo de fluencia con respecto al porcentaje de asfalto, de manera que, para el diseño MAC-2 según las especificaciones de mezclas asfálticas los valores se encuentran dentro del rango 2 mm y 4 mm.; así mismo, el diseño MAC-2 con límite superior, límite medio y límite inferior presentan los valores dentro del rango de las especificaciones los ensayos con las dosificaciones de 4.5 %, hasta 5.5 % teniendo los valores más bajos el diseño MAC-2 con límite superior, por lo tanto, para mejorar el comportamiento de la resistencia al deslizamiento se tomaría todos los valores que están con dosificación de 4 % hasta 5.5 % de asfalto; toda vez, que cumplen con las especificaciones de mezclas asfáltica.

Figura 14.50*Comportamiento del flujo con diseño MAC-2**Fuente: elaboración propia***Tabla 14.65 .***Valores de peso específico y volumen de vacíos de MAC-3*

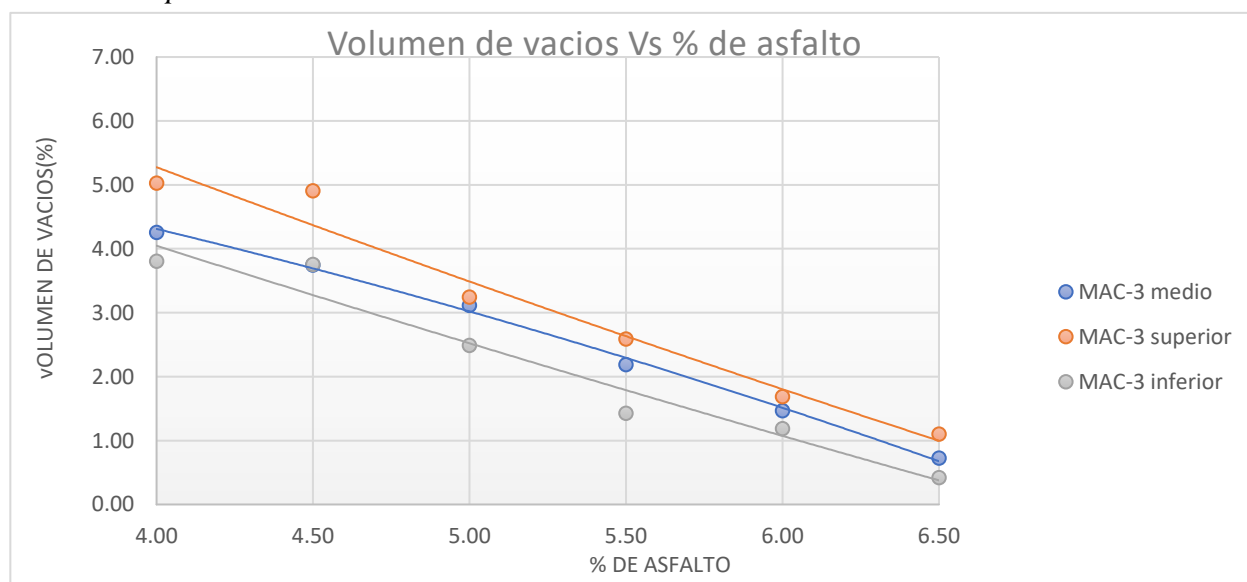
CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
PESO ESPECIFICO	SUPERIOR	gr/cm3	2.01	1.99	1.89	1.88	1.87	1.85
	MEDIO	gr/cm3	1.95	1.86	1.92	1.92	1.88	1.94
	INFERIOR	gr/cm3	1.91	1.86	1.74	1.99	1.80	1.80
VOLUMEN DE VACIOS (Va)	SUPERIOR	%	5.03	4.91	3.24	2.59	1.69	1.10
	MEDIO	%	4.26	3.75	3.12	2.19	1.47	0.73
	INFERIOR	%	3.81	3.76	2.49	1.43	1.19	0.42

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4.65 se muestra los resultados del ensayo de peso específico y volumen de vacíos de la mezcla asfáltica con diseño MAC-3 límite superior, límite inferior y límite medio; además la figura 4.51 muestra el comportamiento del diseño MAC-3 del ensayo volumen de vacíos con respecto al porcentaje de asfalto, de manera que, los valores según las especificaciones del manual de carreteras están entre el 3 % y 5 %; por lo tanto, para el diseño MAC-3 con límite superior el valor aceptable es de 5.03 %, 4.91 % y 3.24 con 4.5 %, 5 % y 5.5 % de asfalto respectivamente, para el diseño de la mezcla asfáltica MAC-3 con limite medio se tiene 4.26 %, 3.75 % y 3.12 % de vacíos con 4 % ,4.5 % y 5 % de asfalto respectivamente y por último el diseño MAC-3 con límite inferior se tiene 3.81 % y 3.73 % de volumen de vacíos con 4.5 % y 5 % de cemento asfaltico respectivamente. para mejorar el comportamiento de la resistencia al deslizamiento se tomaría el valor que se encuentra en el rango del 3 % y 5 % de volumen de vacíos.

Figura 14.51

Comportamiento del volumen de vacíos con diseño MAC-3



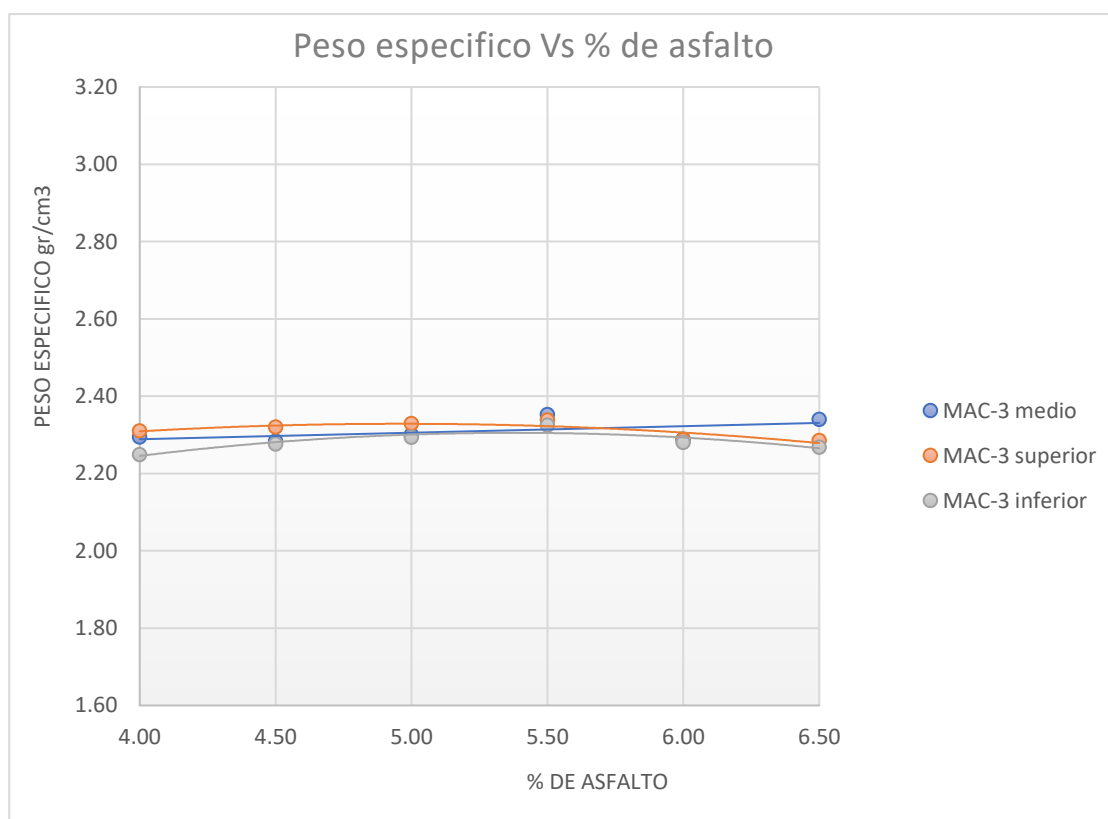
Fuente: elaboración propia

En la tabla 4.66 se muestra los resultados del ensayo de peso específico de la mezcla asfáltica con diseño MAC-3 límite superior, límite inferior y límite medio; además, el diseño MAC-3 está con dosificación de desde 4 % hasta 6.5 % de asfalto; asimismo, en la figura 4.52 se ilustra el comportamiento del ensayo con respecto al porcentaje de asfalto, de manera que,

los valores más altos se encuentran en el diseño MAC-3 con 2.340 gr/cm³ en el límite superior y 5.5 % de asfalto con y con 2.35 gr/cm³ en el límite medio y con 5.5 % de asfalto y por último se tiene 2.32 gr/cm³ en el límite inferior con 5.5 % de asfalto; es por esto que, para mejorar el comportamiento de la resistencia al deslizamiento se tomaría el valor más alto del diseño MAC-3; toda vez, que el peso específico alto nos da mayor rendimiento de la mezcla asfáltica.

Figura 14.52

Comportamiento del peso específico con diseño MAC-3



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.66 .

Valores de vacíos en el agregado mineral y vacíos llenos de asfalto de MAC-3

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
VACIOS EN EL AGREGADO MINERAL (VMA)	SUPERIOR	%	16.57	16.49	17.70	17.69	17.94	18.26
	MEDIO	%	15.64	16.17	16.74	17.16	16.82	17.92
	INFERIOR	%	14.78	15.89	16.21	16.68	16.96	17.01
VACIOS LLENOS CON	SUPERIOR	%	58.98	67.33	72.92	78.05	83.57	84.77

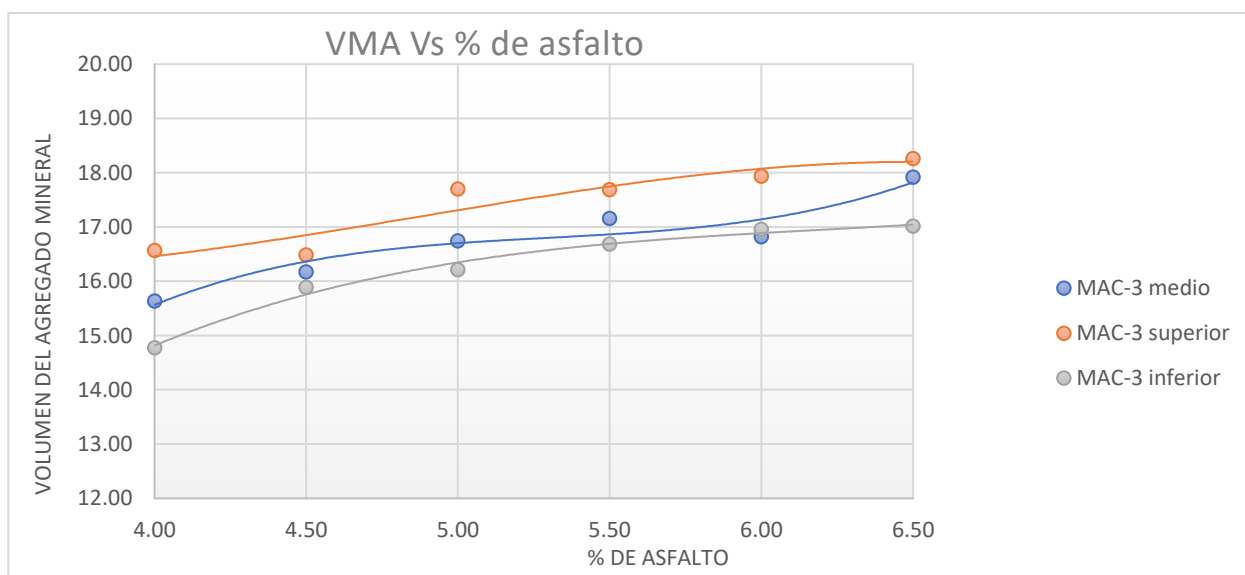
ASFALTOS (VFA)	MEDIO	%	57.41	66.19	67.67	76.59	82.55	85.77
	INFERIOR	%	53.76	64.62	68.02	75.94	80.43	83.95

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla 4.67 se presenta los valores obtenidos del ensayo vacíos del agregado mineral y vacíos llenos con asfalto del diseño MAC-3 con los usos granulométricos de la combinación de agregados de la mezcla asfáltica, como límite superior, límite medio y límite inferior; además, en la figura 4.53 se muestra el comportamiento del diseño MAC-3 del ensayo vacíos del agregado mineral con respecto al porcentaje de asfalto, de manera que, 16 % de vacíos del agregado mineral es el valor mínimo que establece las especificaciones del manual de carreteras; por lo tanto, para el diseño MAC-3 con límite superior tiene 16.57 % de vacío de agregado mineral como valor mínimo, para el diseño MAC-3 con límite intermedio tiene 15.64 % de vacío de agregado mineral y para un diseño MAC-3 con límite inferior tiene 15.89 % de vacíos de agregado mineral; por lo tanto, para mejorar el comportamiento de la resistencia al deslizamiento se tomaría todos los valores toda vez que cumplen con las especificaciones de mezclas asfálticas.

Figura 14.53

Comportamiento del volumen de agregado mineral con diseño MAC-3

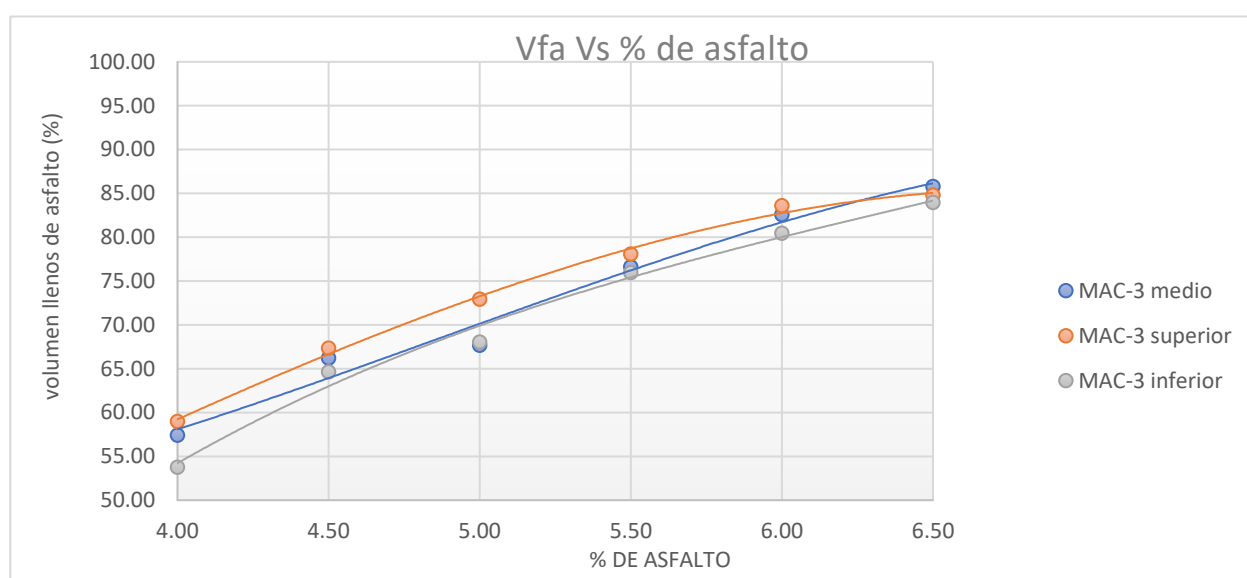


Fuente: elaboración propia

En la figura 4.54 se muestra el comportamiento del diseño MAC-3 del ensayo vacíos llenos de asfalto con respecto al porcentaje de asfalto, de manera que, para el diseño MAC-3 según las especificaciones de mezclas asfálticas están dentro del rango de 65 % y 75 %; así mismo, el diseño MAC-3 límite superior, límite medio y límite inferior presentan los valores dentro del rango con las dosificaciones en las dosificaciones de 4.5 %, 5 % y 5.5 % teniendo los valores más altos el diseño MAC-3 con límite superior, por lo tanto, para mejorar el comportamiento de la resistencia al deslizamiento se tomaría todos los valores que están con dosificación de 4.5 % hasta 5.5 % de asfalto; toda vez, que cumplen con las especificaciones de mezclas asfáltica

Figura 14.54

Comportamiento del volumen lleno de asfalto con diseño MAC-3



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.67 .

Valores de estabilidad y flujo de MAC-3

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
ESTABILIDAD	SUPERIOR	Kg.	648.5	814.7	982.4	980.4	846.0	791.3
	MEDIO	Kg.	596.3	794.3	913.6	955.5	862.0	747.7
	INFERIOR	Kg.	588.7	728.3	883.3	957.6	835.7	727.5
FLIJO	SUPERIOR	mm	3.00	3.47	3.81	4.17	4.71	5.52
	MEDIO	mm	3.08	3.41	4.10	4.31	4.93	5.74

	INFERIOR	mm	3.39	3.78	4.57	4.44	5.54	5.93
--	-----------------	-----------	------	------	------	------	------	------

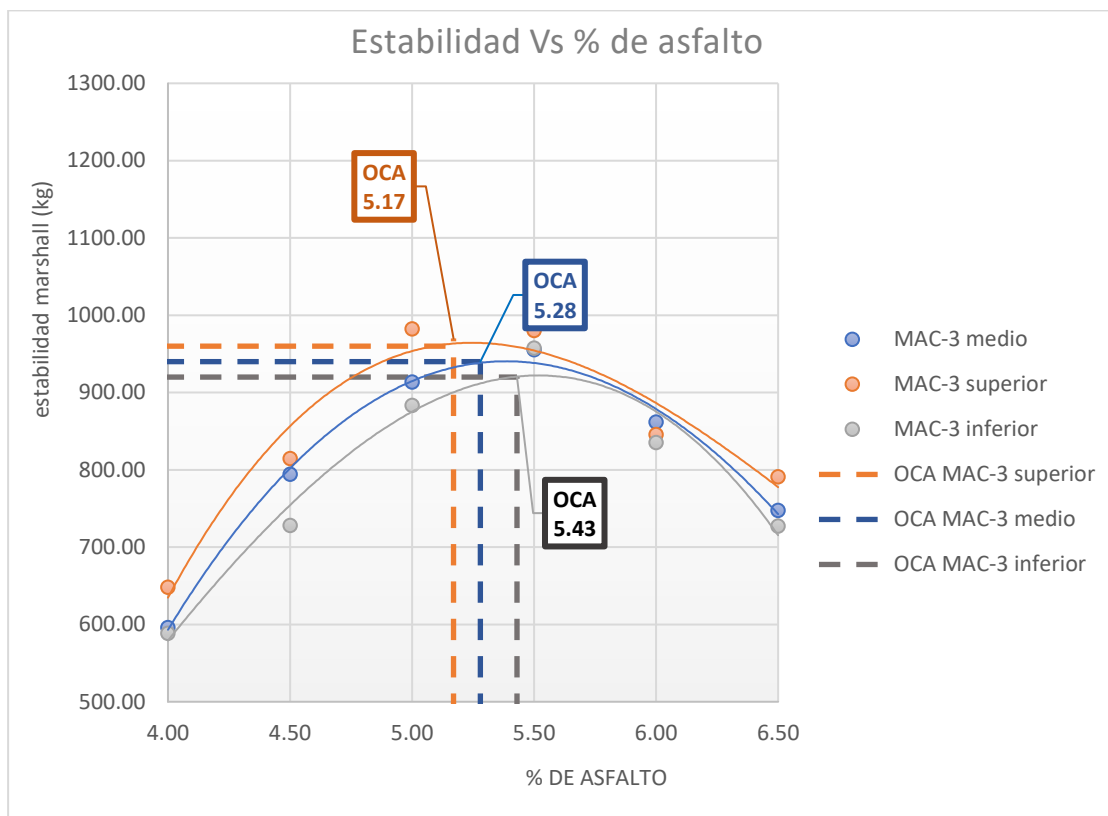
Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla 4.68 se presenta los valores obtenidos del ensayo estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica del diseño MAC-3 con los usos granulométricos de la combinación de agregados de la mezcla asfáltica cumpliendo con el límite superior, límite medio y límite inferior; del mismo modo, en la figura 4.55 se muestra el comportamiento del diseño MAC-3 del ensayo de la estabilidad con respecto al porcentaje de asfalto, de manera que, para el diseño MAC-3 según las especificaciones de mezclas asfálticas el valor mínimo es de 461 kg.; así mismo, el diseño MAC-3 límite superior, límite medio y límite inferior presentan los valores dentro del rango con las dosificaciones de 4.5 %, hasta 6.5 % teniendo los valores más altos el diseño MAC-3 con límite superior, por lo tanto, para mejorar el comportamiento de la resistencia al deslizamiento se tomaría todos los valores que están con dosificación de 4 % hasta 6.5 % de asfalto; toda vez, que cumplen con las especificaciones de mezclas asfáltica.

Para determinar el óptimo contenido de asfalto del diseño MAC-3 se tomó en cuenta los valores determinado anteriormente de cada ensayo realizado, donde, los ensayos realizados cumplen con las especificaciones de la mezcla asfáltica, tomando los valores más óptimos y favorables según las especificaciones técnicas; por otra parte, para el diseño MAC -3 con límite superior se tomó un óptimo contenido de asfalto (OCA) 5.17 %, para el diseño MAC-3 límite medio se tomó un óptimo contenido de asfalto de 5.28 % y por último para el diseño MAC-3 límite inferior se tomó un óptimo contenido de asfalto de 5.43 % de asfalto.

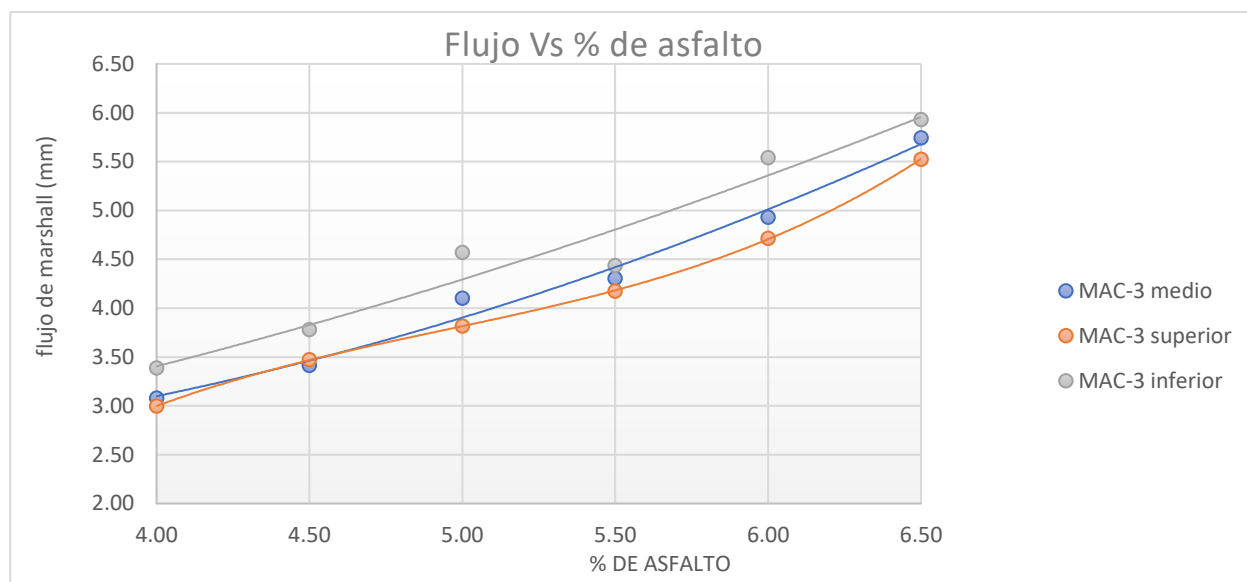
Figura 14.55

Comportamiento de la estabilidad con diseño MAC-3



Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la figura 4.56 se muestra el comportamiento del diseño MAC-3 del ensayo de fluencia con respecto al porcentaje de asfalto, de manera que, para el diseño MAC-3 según las especificaciones de mezclas asfálticas los valores se encuentran dentro del rango 2 mm y 5 mm.; así mismo, el diseño MAC-3 con límite superior, límite medio y límite inferior presentan los valores dentro del rango de las especificaciones los ensayos con las dosificaciones de 4.5 %, hasta 6 % teniendo los valores más bajos el diseño MAC-3 con límite superior, por lo tanto, para mejorar el comportamiento de la resistencia al deslizamiento se tomaría todos los valores que están con dosificación de 4 % hasta 6 % de asfalto; toda vez, que cumplen con las especificaciones de mezclas asfáltica.

Figura 14.56*Comportamiento del flujo con diseño MAC-3**Fuente: elaboración propia***Tabla 14.68 .***resumen del peso específico de MAC-1, MAC-2 y MAC-3.*

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
PESO ESPECIFICO	MAC-1 SUPERIOR	gr/cm3	2.43	2.45	2.43	2.46	2.50	2.45
	MAC-1 MEDIO	gr/cm3	2.40	2.40	2.41	2.40	2.39	2.40
	MAC-1 INFERIOR	gr/cm3	2.37	2.39	2.37	2.35	2.35	2.37
	MAC-2 SUPERIOR	gr/cm3	2.36	2.39	2.39	2.40	2.37	2.35
	MAC-2 MEDIO	gr/cm3	2.36	2.37	2.36	2.34	2.34	2.32
	MAC-2 INFERIOR	gr/cm3	2.34	2.34	2.36	2.38	2.33	2.27
	MAC-3 SUPERIOR	gr/cm3	2.31	2.32	2.33	2.34	2.29	2.29
	MAC-3 MEDIO	gr/cm3	2.29	2.28	2.30	2.35	2.29	2.34
	MAC-3 INFERIOR	gr/cm3	2.25	2.28	2.29	2.32	2.28	2.27

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4.69 se muestra los resultados del ensayo de peso específico de la mezcla asfáltica con diseño MAC-1, MAC-2, y MAC-3 límite superior, límite inferior y límite medio; además, el diseño MAC está con dosificación de desde 4 % hasta 6.5 % de asfalto; asimismo, en la figura 4.57 se ilustra el comportamiento del ensayo con respecto al porcentaje de asfalto, de manera que, los valores más altos se encuentran en el diseño MAC-1 con 2.46 gr/cm³ en el límite superior y 5.5 % de asfalto con y el diseño MAC-2 con 2.40 gr/cm³ en el límite superior y con 5.5 % de asfalto y por último el diseño MAC-3 se tiene 2.34 gr/cm³ en el límite inferior con 5.5 % de asfalto; es por esto que, para mejorar el comportamiento de la resistencia al deslizamiento se tomaría el valor más alto del diseño MAC; toda vez, que el peso específico alto nos da mayor rendimiento de la mezcla asfáltica.

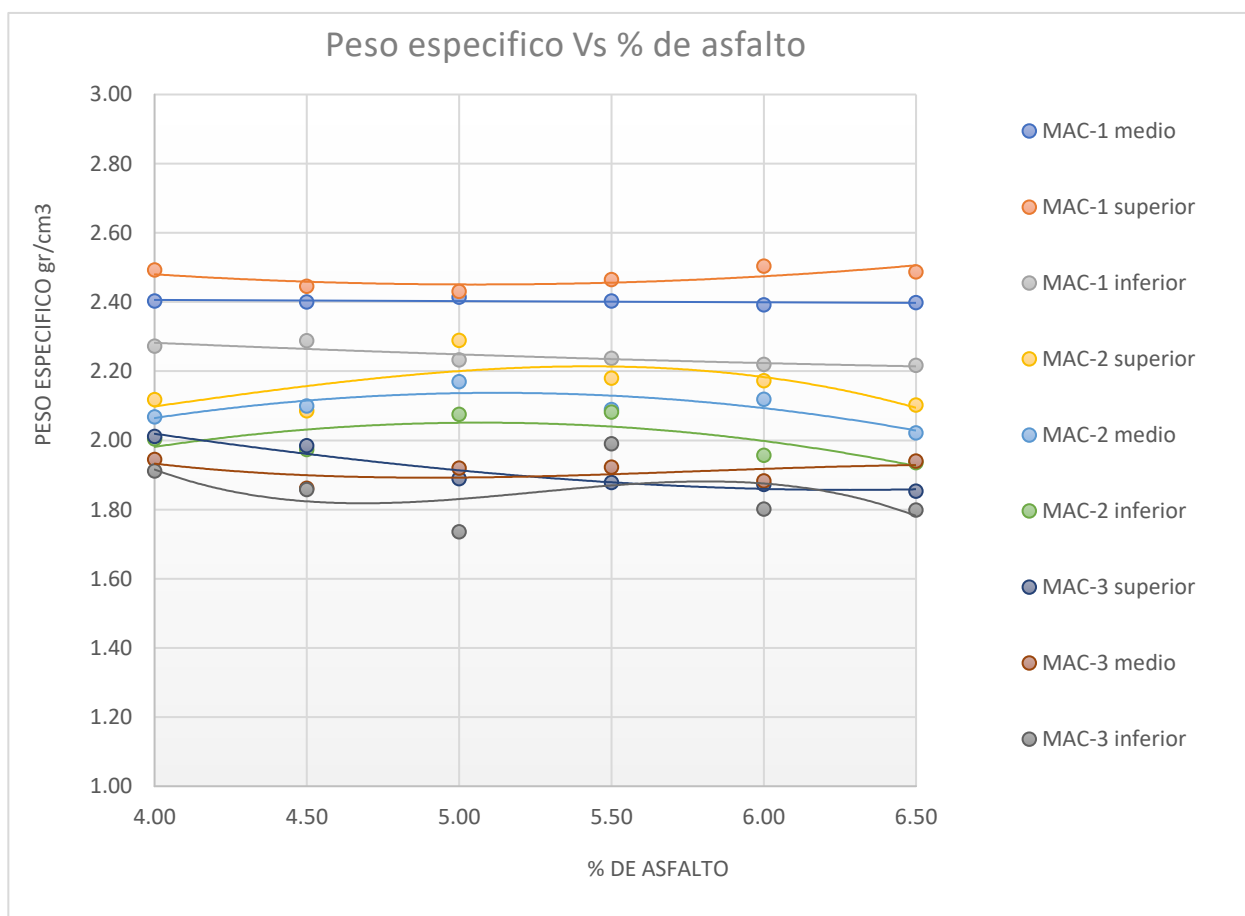


Figura 14.57

Comportamiento del peso específico con diseño MAC-1, MAC-2, y MAC-3

Fuente: elaboración propia

Tabla 14.69 .

resumen del volumen de vacíos de MAC-1, MAC-2 y MAC-3.

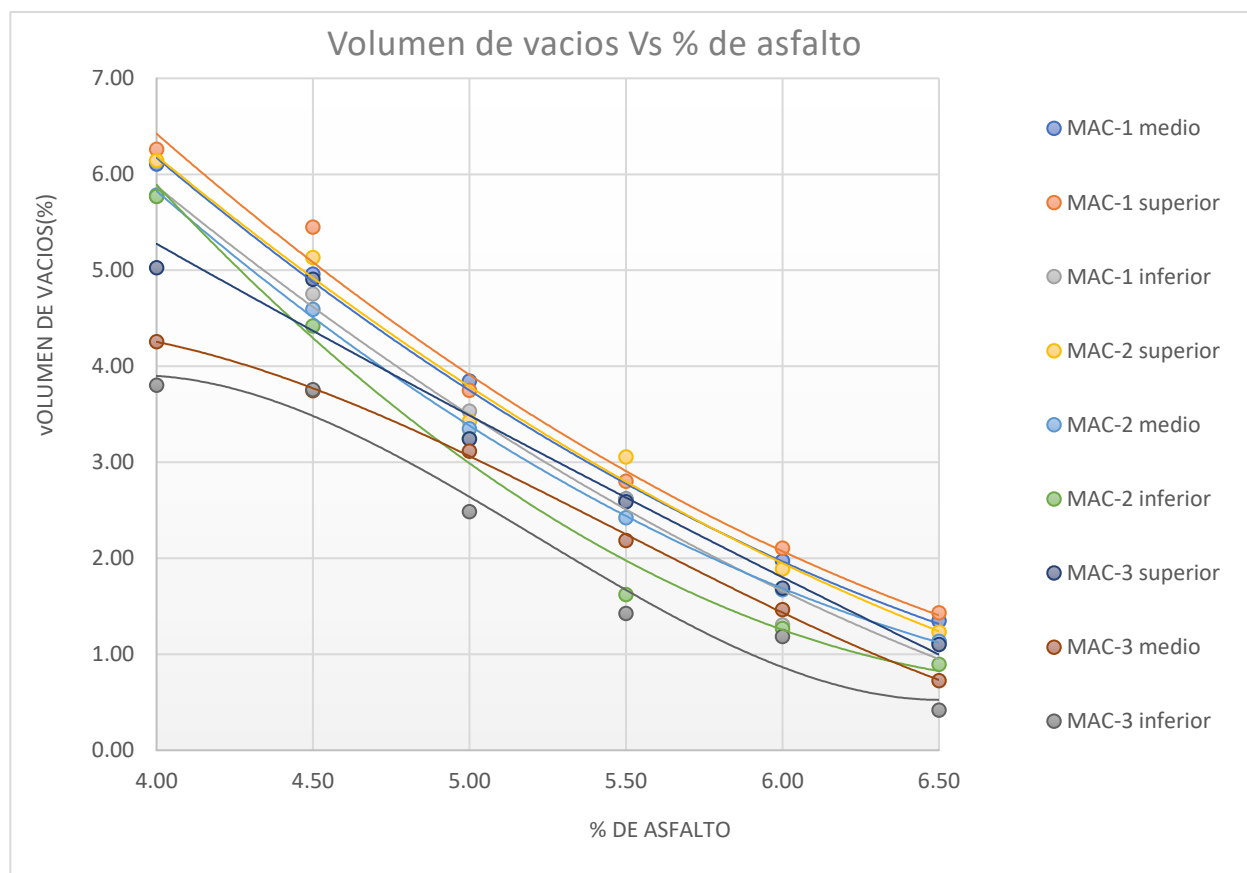
CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
VOLUMEN DE VACIOS (Va)	MAC-1 SUPERIOR	%	6.26	5.45	3.75	2.80	2.11	1.43
	MAC-1 MEDIO	%	6.11	4.96	3.85	2.62	1.97	1.35
	MAC-1 INFERIOR	%	5.77	4.75	3.53	2.62	1.31	1.13
	MAC-2 SUPERIOR	%	6.15	5.13	3.43	3.06	1.89	1.23
	MAC-2 MEDIO	%	5.79	4.60	3.35	2.42	1.67	1.14
	MAC-2 INFERIOR	%	5.77	4.42	3.25	1.62	1.27	0.90
	MAC-3 SUPERIOR	%	5.03	4.91	3.24	2.59	1.69	1.10
	MAC-3 MEDIO	%	4.26	3.75	3.12	2.19	1.47	0.73
	MAC-3 INFERIOR	%	3.81	3.76	2.49	1.43	1.19	0.42

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4.70 se muestra los resultados del ensayo de volumen de vacíos de la mezcla asfáltica con diseño MAC-1, MAC-2 y MAC-3 con límite superior, límite inferior y límite medio respectivamente; además la figura 4.58 muestra el comportamiento del diseño MAC del ensayo volumen de vacíos con respecto al porcentaje de asfalto, de manera que, los valores según las especificaciones del manual de carreteras están entre el 3 % y 5 %; por lo tanto, para el diseño MAC tiene una tendencia negativa con respecto a la adición de asfalto; se debe agregar que, los mayores valores de volumen de vacíos tiene el diseño MAC-1 y el diseño MAC-3 tiene los valores más bajos. para mejorar el comportamiento de la resistencia al deslizamiento se tomaría el valor que se encuentra en el rango del 3 % y 5 % de volumen de vacíos.

Figura 14.58

Comportamiento del volumen de vacíos con diseño MAC-1, MAC-2, y MAC-3



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.70 .

resumen del vacío del agregado mineral de MAC-1, MAC-2 y MAC-3.

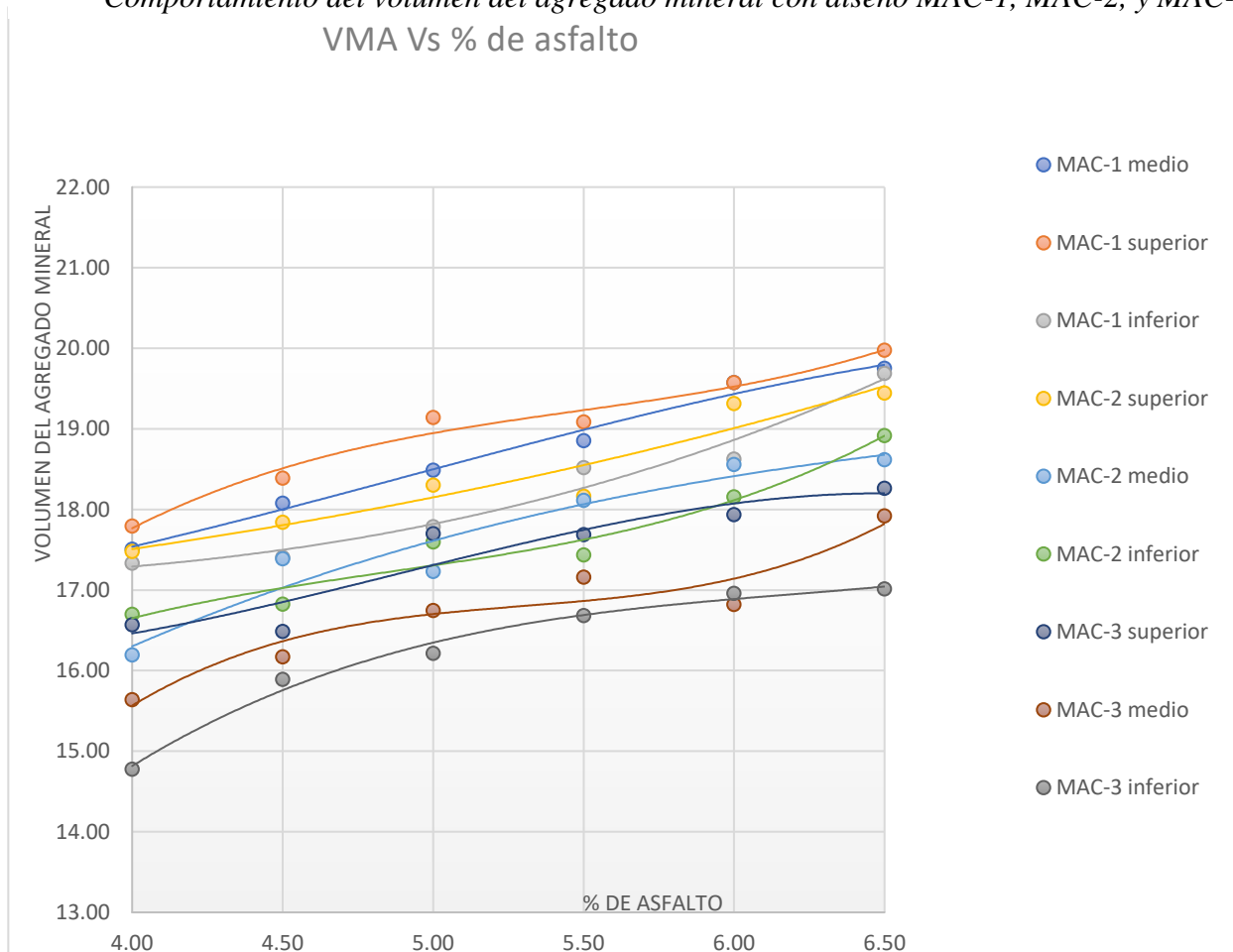
CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
VACIOS EN EL AGREGADO MINERAL (VMA)	MAC-1 SUPERIOR	%	17.80	18.39	19.14	19.08	19.57	19.98
	MAC-1 MEDIO	%	17.51	18.08	18.49	18.85	19.57	19.75
	MAC-1 INFERIOR	%	17.33	17.40	17.79	18.52	18.63	19.69
	MAC-2 SUPERIOR	%	17.48	17.84	18.30	18.17	19.32	19.45
	MAC-2 MEDIO	%	16.70	16.83	17.60	17.44	18.16	18.92
	MAC-2 INFERIOR	%	16.20	17.39	17.23	18.11	18.56	18.62
	MAC-3 SUPERIOR	%	16.57	16.49	17.70	17.69	17.94	18.26
	MAC-3 MEDIO	%	15.64	16.17	16.74	17.16	16.82	17.92
	MAC-3 INFERIOR	%	14.78	15.89	16.21	16.68	16.96	17.01

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla 4.71 se presenta los valores obtenidos del ensayo vacíos del agregado mineral del diseño MAC-1, MAC-2 y MAC-3 con los usos granulométricos de la combinación de agregados de la mezcla asfáltica, como límite superior, límite medio y límite inferior; además, en la figura 4.59 se muestra el comportamiento del diseño MAC-1, MAC-2 y MAC-3 del ensayo vacíos del agregado mineral con respecto al porcentaje de asfalto, de manera que, todos los valores obtenidos están cumpliendo las especificaciones de las mezclas asfálticas ; por lo tanto, para mejorar el comportamiento de la resistencia al deslizamiento se tomaría todos los valores toda vez que cumplen con las especificaciones de mezclas asfálticas.

Figura 14.59

Comportamiento del volumen del agregado mineral con diseño MAC-1, MAC-2, y MAC-VMA Vs % de asfalto



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.71

.resumen del vacío llenos con asfaltos de MAC-1, MAC-2 y MAC-3.

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
VACIOS LLENOS CON ASFALTOS (VFA)	MAC-1 SUPERIOR	%	73.55	74.48	82.26	83.67	95.29	93.94
	MAC-1 MEDIO	%	69.47	72.60	79.20	86.14	91.05	95.12
	MAC-1 INFERIOR	%	68.78	70.10	82.10	85.60	92.41	97.68
	MAC-2 SUPERIOR	%	67.99	71.37	77.96	84.30	91.65	89.02
	MAC-2 MEDIO	%	61.18	71.07	75.95	79.40	87.82	90.71
	MAC-2 INFERIOR	%	60.00	70.11	73.84	83.34	90.73	87.08
	MAC-3 SUPERIOR	%	58.98	67.33	72.92	78.05	83.57	84.77
	MAC-3 MEDIO	%	57.41	66.19	67.67	76.59	82.55	85.77

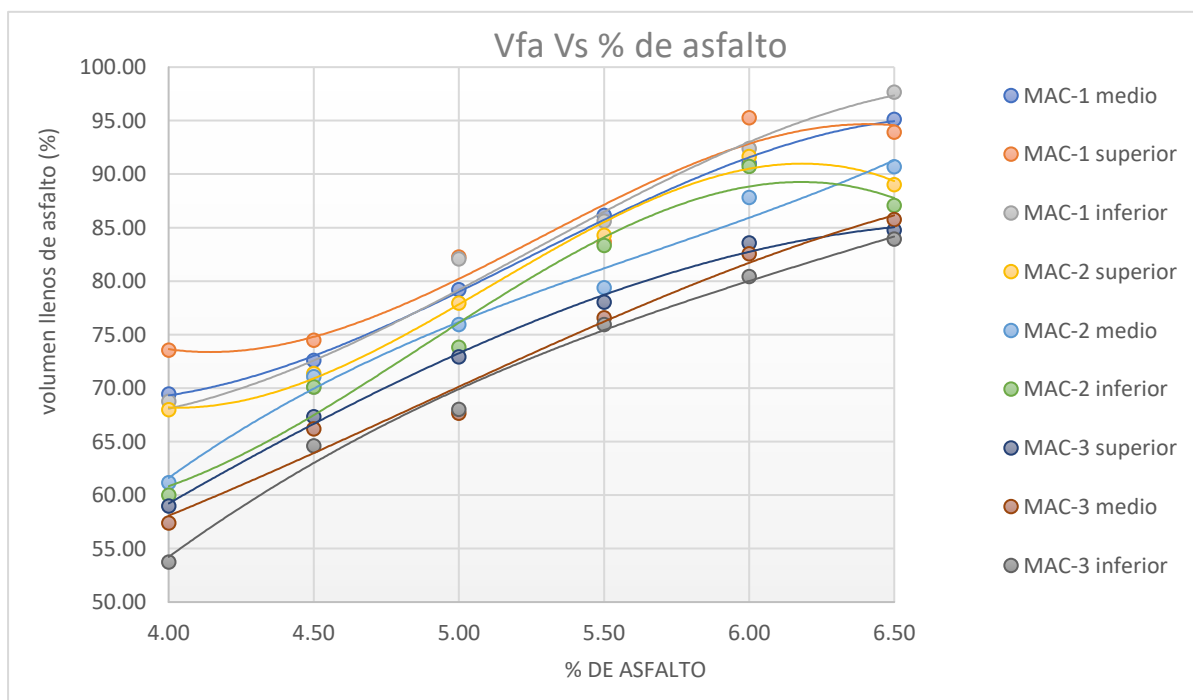
	MAC-3 INFERIOR	%	53.76	64.62	68.02	75.94	80.43	83.95
--	-----------------------	----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4.72 se muestra los resultados del ensayo de vacíos llenos de asfalto de la mezcla asfáltica con diseño MAC-1, MAC-2 y MAC-3 con límite superior, límite inferior y límite medio respectivamente; además, En la figura 4.60 se muestra el comportamiento del diseño MAC-1, MAC-2 y MAC-3 del ensayo vacíos llenos de asfalto con respecto al porcentaje de asfalto, de manera que, para el diseño MAC-1, MAC-2 y MAC-3 según las especificaciones de mezclas asfálticas están dentro del rango de las especificaciones del manual de carreteras; así mismo, el diseño MAC-1, MAC-2 y MAC-3 con límite superior, límite medio y límite inferior de cada diseño presentan los valores dentro del rango con las dosificaciones en las dosificaciones de 4.5 %, y 5 %, por lo tanto, para mejorar el comportamiento de la resistencia al deslizamiento se tomaría todos los valores que están con dosificación de 4.5 % hasta 5.5 % de asfalto; toda vez, que cumplen con las especificaciones de mezclas asfáltica

Figura 14.60

Comportamiento del volumen de asfalto con diseño MAC-1, MAC-2, y MAC-3



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.72 .

resumen de la estabilidad de MAC-1, MAC-2 y MAC-3.

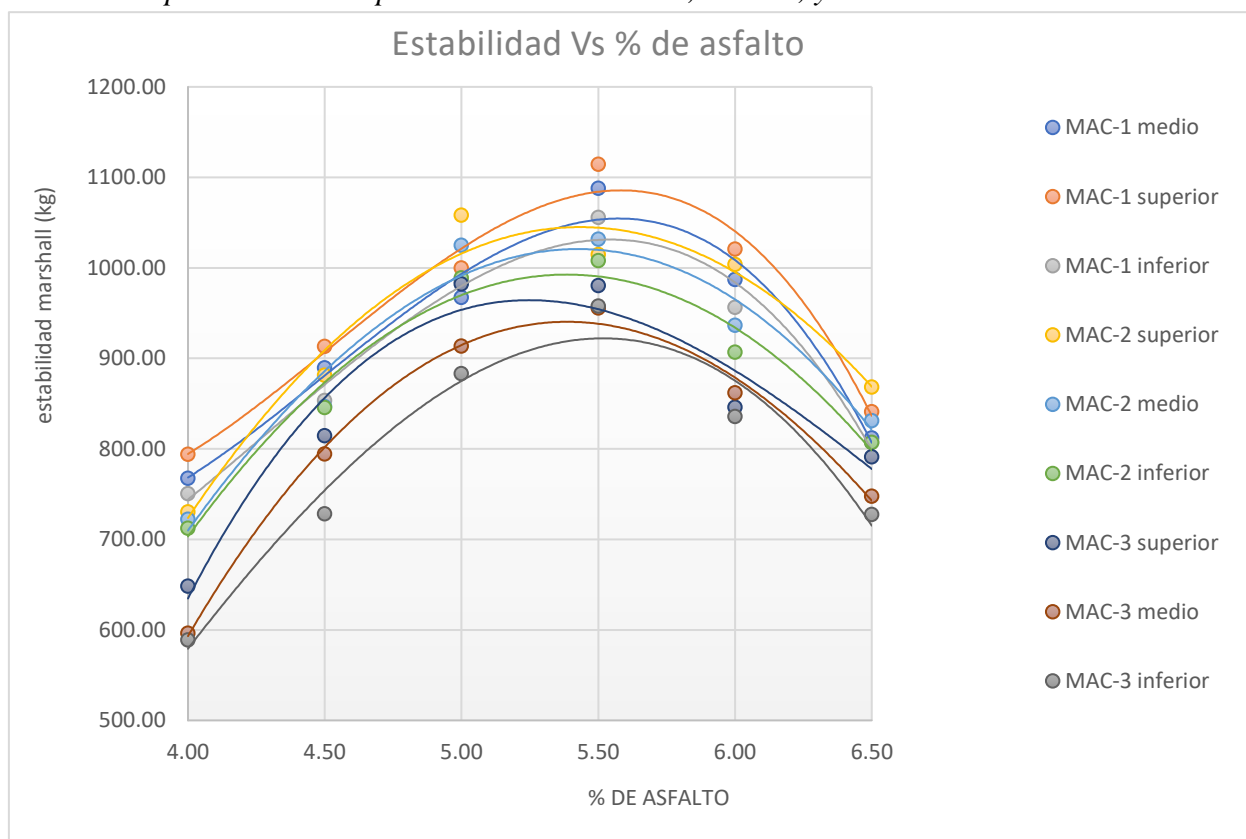
CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
ESTABILIDAD	MAC-1 SUPERIOR	kg.	793.98	913.11	1000.00	1114.55	1020.68	841.19
	MAC-1 MEDIO	kg.	767.49	889.70	967.32	1087.91	987.00	812.00
	MAC-1 INFERIOR	kg.	750.49	853.41	985.03	1055.91	956.33	807.27
	MAC-2 SUPERIOR	kg.	730.51	881.30	1058.36	1014.73	1003.67	868.46
	MAC-2 MEDIO	kg.	722.23	846.70	1025.00	1031.64	936.66	831.19
	MAC-2 INFERIOR	kg.	712.49	845.70	989.00	1007.91	907.00	807.19
	MAC-3 SUPERIOR	kg.	648.49	814.70	982.36	980.36	846.00	791.27
	MAC-3 MEDIO	kg.	596.26	794.30	913.64	955.55	862.00	747.73
	MAC-3 INFERIOR	kg.	588.74	728.30	883.32	957.64	835.67	727.54

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla 4.73 se presenta los valores obtenidos del ensayo estabilidad de la mezcla asfáltica del diseño MAC-1, MAC-2 y MAC-3. con los usos granulométricos de la combinación de agregados de la mezcla asfáltica cumpliendo con el límite superior, límite medio y límite inferior; del mismo modo, en la figura 4.61 se muestra el comportamiento del diseño MAC-1, MAC-2 y MAC-3 del ensayo de la estabilidad con respecto al porcentaje de asfalto, de manera que, para el diseño MAC-1, MAC-2 y MAC-3 según las especificaciones de mezclas asfálticas el valor mínimo es de 831 kg, 544 kg. y 461 kg. respectivamente; así mismo, el diseño MAC-1, MAC-2 y MAC-3 límite superior, límite medio y límite inferior presentan los valores dentro del rango con las dosificaciones de 4 %, hasta 6.5 % teniendo los valores más altos el diseño MAC-1, MAC-2 y MAC-3 con límite superior, por lo tanto, para mejorar el comportamiento de la resistencia al deslizamiento se tomaría todos los valores que están con dosificación de 4 % hasta 6.5 % de asfalto; toda vez, que cumplen con las especificaciones de mezclas asfáltica.

Figura 14.61

Comportamiento del peso estabilidad MAC-1, MAC-2, y MAC-3



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.73 .

resumen del flujo de MAC-1, MAC-2 y MAC-3.

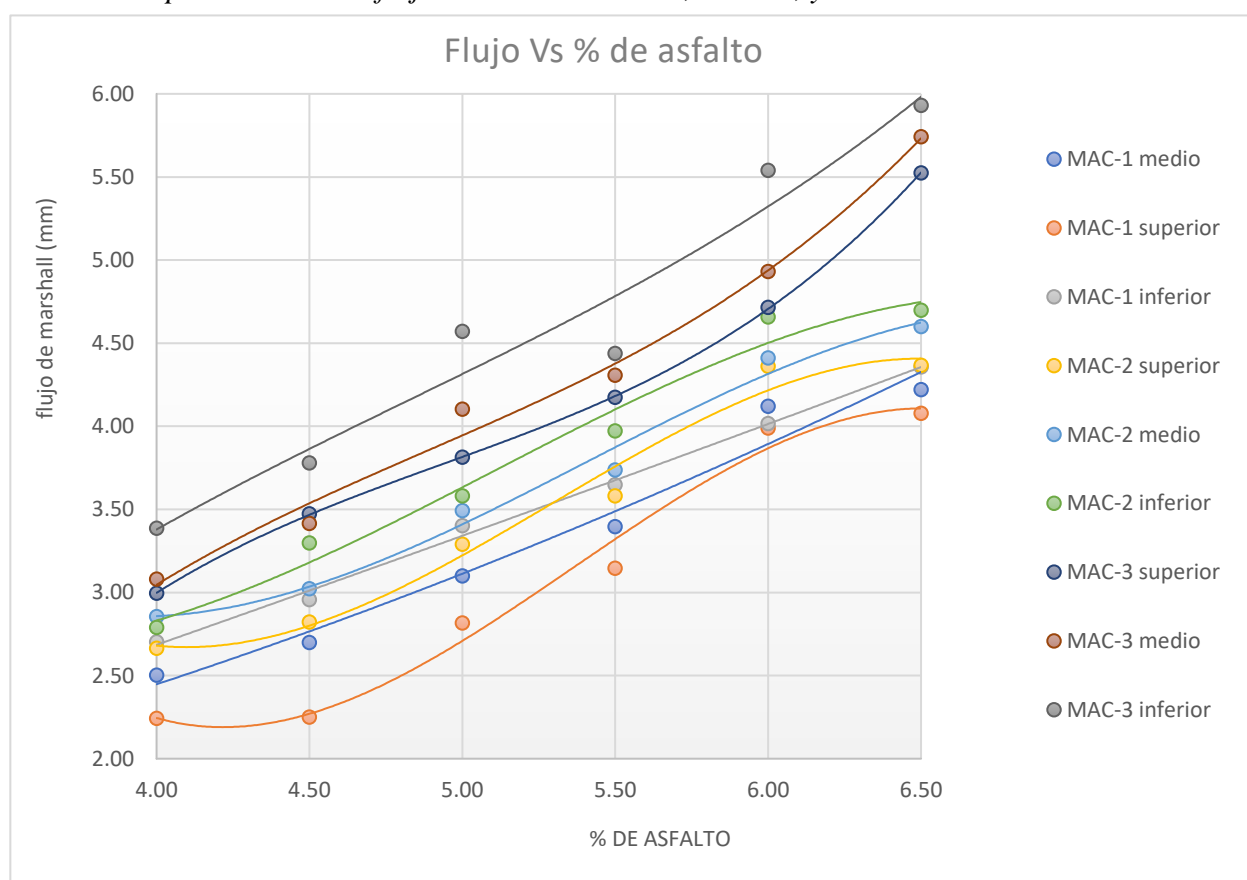
CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
FLUJO	MAC-1 SUPERIOR	mm.	2.24	2.25	2.82	3.15	3.99	4.08
	MAC-1 MEDIO	mm.	2.50	2.70	3.10	3.40	4.12	4.22
	MAC-1 INFERIOR	mm.	2.70	2.96	3.40	3.65	4.02	4.36
	MAC-2 SUPERIOR	mm.	2.66	2.82	3.29	3.58	4.36	4.37
	MAC-2 MEDIO	mm.	2.85	3.02	3.49	3.74	4.41	4.60
	MAC-2 INFERIOR	mm.	2.79	3.30	3.58	3.97	4.66	4.70
	MAC-3 SUPERIOR	mm.	3.00	3.47	3.81	4.17	4.71	5.52
	MAC-3 MEDIO	mm.	3.08	3.41	4.10	4.31	4.93	5.74
	MAC-3 INFERIOR	mm.	3.39	3.78	4.57	4.44	5.54	5.93

Fuente: elaboración propia

En la tabla 4.74 se presenta los valores obtenidos del flujo de la mezcla asfáltica del diseño MAC-1, MAC2 y MAC-3, De acuerdo a la figura 4.62 se muestra el comportamiento del diseño MAC-1, MAC-2 y MAC-3 del ensayo de fluencia con respecto al porcentaje de asfalto, de manera que, para el diseño MAC-1, MAC-2 y MAC-3 según las especificaciones de mezclas asfálticas los valores se encuentran dentro del rango 2 mm y 3.5 mm, 2 mm y 4 mm y 2 mm y 5 mm.; así mismo, el diseño MAC-1, MAC-2 y MAC-3 con límite superior, límite medio y límite inferior presentan los valores dentro del rango de las especificaciones los ensayos con las dosificaciones de 4.5 %, hasta 5.5 % teniendo los valores más bajos el diseño MAC-1, MAC-2 y MAC-3 con límite superior, por lo tanto, para mejorar el comportamiento de la resistencia al deslizamiento se tomaría todos los valores que están con dosificación de 4 % hasta 5.5 % de asfalto; toda vez, que cumplen con las especificaciones de mezclas asfáltica.

Figura 14.62

Comportamiento del flujo con diseño MAC-1, MAC-2, y MAC-3



Fuente: elaboración propia

Resultado del valor óptimo de resistencia al deslizamiento en base a las combinaciones granulométricas y porcentajes de asfalto.

Ensayo de péndulo británico

Procedimiento:

Para este ensayo se realizó moldes de mezcla asfáltica de 50 cm. De largo por 50 cm de ancho con una altura de 5 cm. Este molde se realizó con madera tornillo; asimismo, se trabajó moldes para MAC- 1 con un diseño de límite superior otro diseño con límite medio y límite inferior, del mismo modo, se realizó moldes para MAC-2 con un diseño de límite superior, límite medio y límite inferior y por último se realizó moldes para MAC-3 con diseño de límite superior, límite medio y límite inferior.

El diseño de la mezcla asfáltica fue tomado del optimo contenido de asfalto de los ensayos Marshall realizados anteriormente. Después de realizar la mezcla asfáltica de cada molde se realizó el ensayo de péndulo británico.

El equipo del péndulo británico se coloca sobre cada molde realizado, colocando con el nivel de burbuja que presenta el equipo con ayuda de sus soportes, además, se debe calibrar el brazo del péndulo.

Con la ayuda de la regla graduada de 13 cm. Se debe calibrar el brazo del péndulo donde va a friccionar la zapata de caucho del péndulo para luego tomar las lecturas de cada ensayo.

El área donde se va realizar el ensayo se debe rociar agua para tomar la lectura, del mismo modo, se debe tomar la temperatura de ambiente para realizar la corrección por temperatura.

Figura 14.63.

Moldes con mezcla asfáltica con diseño MAC-1 con límite superior, límite medio y límite inferior



Fuente: elaboración propia

Figura 14.64

Equipo péndulo británico



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.74.*Ensayo de péndulo británico diseño MAC-1 límite inferior*

N° MUESTRA	REPETICIONES	LECTURA	TEMPERATURA	CORRECCION POR TEMPERATURA	COEFICIEENTE DE FRICCION
MUESTRA N° 1	1	75	18	74.53	0.75
	2	87	18	86.53	0.87
	3	87	18	86.53	0.87
	4	83	18	82.53	0.83
	5	83	18	82.53	0.83
	6	82	18	81.53	0.82
	7	86	18	85.53	0.86
	8	87	18	86.53	0.87
	9	86	18	85.53	0.86
	10	82	18	81.53	0.82
MUESTRA N° 2	1	82	18	81.53	0.82
	2	84	18	83.53	0.84
	3	81	18	80.53	0.81
	4	89	18	88.53	0.89
	5	85	18	84.53	0.85
	6	87	18	86.53	0.87
	7	78	18	77.53	0.78
	8	88	18	87.53	0.88
	9	82	18	81.53	0.82
	10	85	18	84.53	0.85
MUESTRA N° 3	1	86	18	85.53	0.86
	2	83	18	82.53	0.83
	3	87	18	86.53	0.87
	4	87	18	86.53	0.87
	5	81	18	80.53	0.81
	6	83	18	82.53	0.83
	7	83	18	82.53	0.83
	8	87	18	86.53	0.87
	9	85	18	84.53	0.85
	10	85	18	84.53	0.85
PROMEDIO					0.84

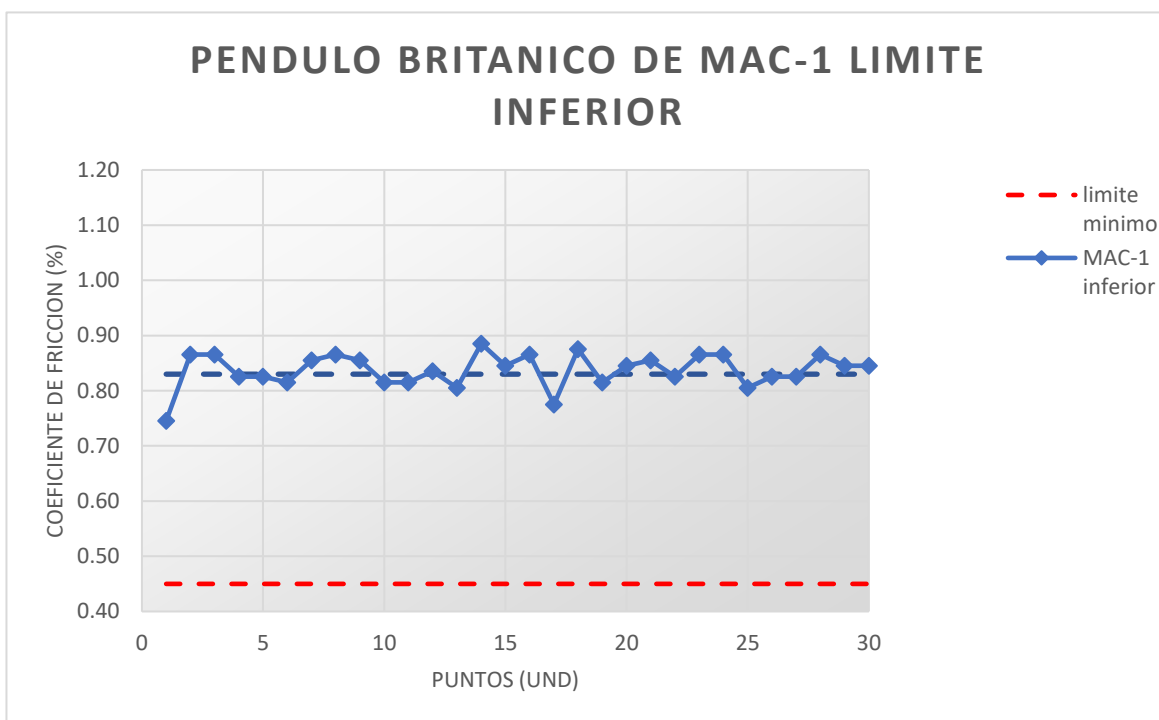
Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla 4.74 se muestra los valores de las lecturas del ensayo del péndulo británico tomadas de un diseño de mezcla MAC-1 con límite inferior; también se tomaron la lectura de la temperatura y finalmente determinar el coeficiente de fricción; del mismo modo, se muestra la figura 4.65 donde se muestra el comportamiento de las lecturas obtenidas del ensayo; además, se muestra un promedio de coeficiente de fricción de 0.84; asimismo, se tiene como

lectura máximo de 88 y lectura mínimo de 75 superando el valor mínimo de las especificaciones del manual de carreteras de 0.45.

Figura 14.65

Comportamiento de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-1 con límite inferior.



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.75.*Ensayo de péndulo británico MAC-1 límite medio*

N° MUESTRA	REPETICIONES	N° LECTURA	TEMPERATURA	CORRECCION POR TEMPERATURA	COEFICIEENTE DE FRICCION
MUESTRA N° 1	1	88	18	87.53	0.88
	2	87	18	86.53	0.87
	3	88	18	87.53	0.88
	4	87	18	86.53	0.87
	5	88	18	87.53	0.88
	6	85	18	84.53	0.85
	7	84	18	83.53	0.84
	8	91	18	90.53	0.91
	9	87	18	86.53	0.87
	10	85	18	84.53	0.85
MUESTRA N° 2	1	90	18	89.53	0.90
	2	91	18	90.53	0.91
	3	86	18	85.53	0.86
	4	87	18	86.53	0.87
	5	86	18	85.53	0.86
	6	85	18	84.53	0.85
	7	87	18	86.53	0.87
	8	89	18	88.53	0.89
	9	84	18	83.53	0.84
	10	91	18	90.53	0.91
MUESTRA N° 3	1	90	18	89.53	0.90
	2	89	18	88.53	0.89
	3	86	18	85.53	0.86
	4	86	18	85.53	0.86
	5	90	18	89.53	0.90
	6	87	18	86.53	0.87
	7	85	18	84.53	0.85
	8	90	18	89.53	0.90
	9	89	18	88.53	0.89
	10	89	18	88.53	0.89
PROMEDIO					0.87

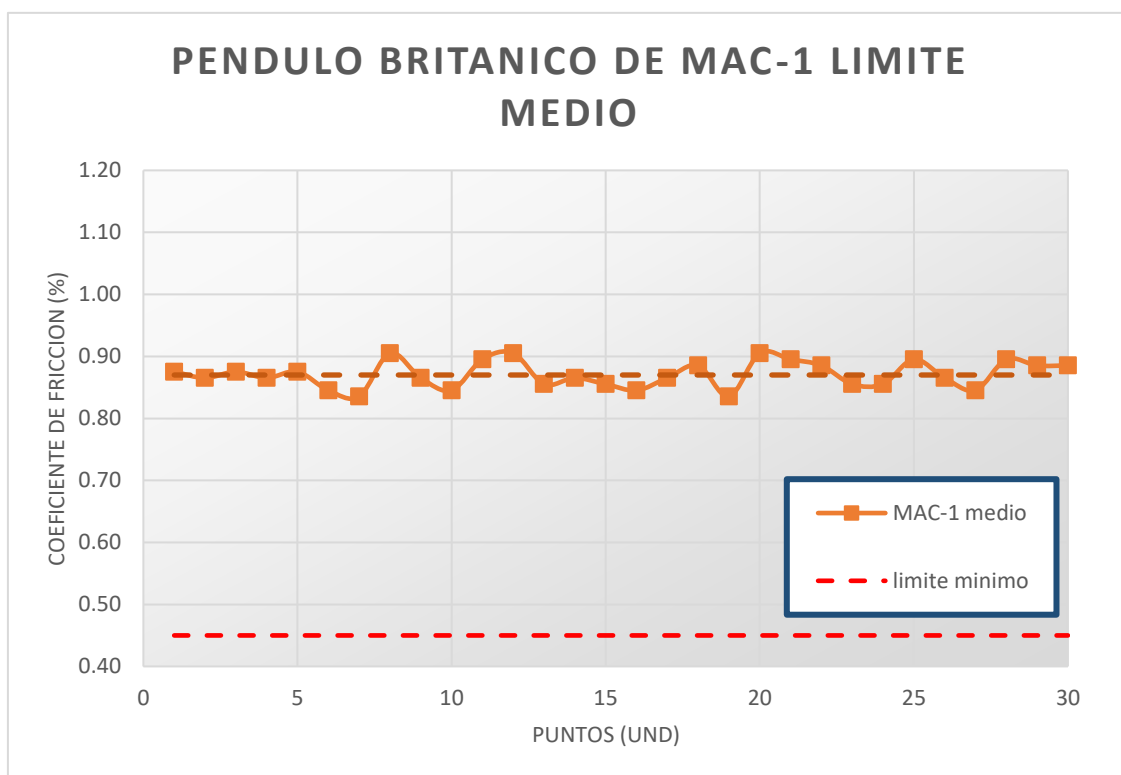
Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla 4.75 se muestra los valores de las lecturas del ensayo del péndulo británico tomadas de un diseño de mezcla MAC-1 con límite medio; también se tomaron la lectura de la temperatura y finalmente determinar el coeficiente de fricción; del mismo modo, se muestra la figura 4.66tración 68 donde se muestra el comportamiento de las lecturas obtenidas del ensayo; además, se muestra un promedio de coeficiente de fricción de 0.87; asimismo, se tiene como

coeficiente de resistencia al deslizamiento máximo de 0.91 y coeficiente de resistencia al deslizamiento mínimo de 0.84 superando el valor mínimo de las especificaciones del manual de carreteras de 0.45.

Figura 14.66.

Comportamiento de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-1 con límite medio.



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.76.*Ensayo de péndulo británico MAC-1 límite superior*

N° MUESTRA	REPETICIONES	N° LECTURA	TEMPERATURA	CORRECCION POR TEMPERATURA	COEFICIEENTE DE FRICCION
MUESTRA N° 1	1	90	20	90.05	0.90
	2	91	20	91.05	0.91
	3	91	20	91.05	0.91
	4	89	20	89.05	0.89
	5	85	20	85.05	0.85
	6	88	20	88.05	0.88
	7	93	20	93.05	0.93
	8	91	20	91.05	0.91
	9	86	20	86.05	0.86
	10	88	20	88.05	0.88
MUESTRA N° 2	1	93	20	93.05	0.93
	2	90	20	90.05	0.90
	3	87	20	87.05	0.87
	4	86	20	86.05	0.86
	5	93	20	93.05	0.93
	6	93	20	93.05	0.93
	7	89	20	89.05	0.89
	8	86	20	86.05	0.86
	9	90	20	90.05	0.90
	10	89	20	89.05	0.89
MUESTRA N° 3	1	91	20	91.05	0.91
	2	88	20	88.05	0.88
	3	89	20	89.05	0.89
	4	91	20	91.05	0.91
	5	93	20	93.05	0.93
	6	89	20	89.05	0.89
	7	92	20	92.05	0.92
	8	85	20	85.05	0.85
	9	86	20	86.05	0.86
	10	88	20	88.05	0.88
PROMEDIO					0.89

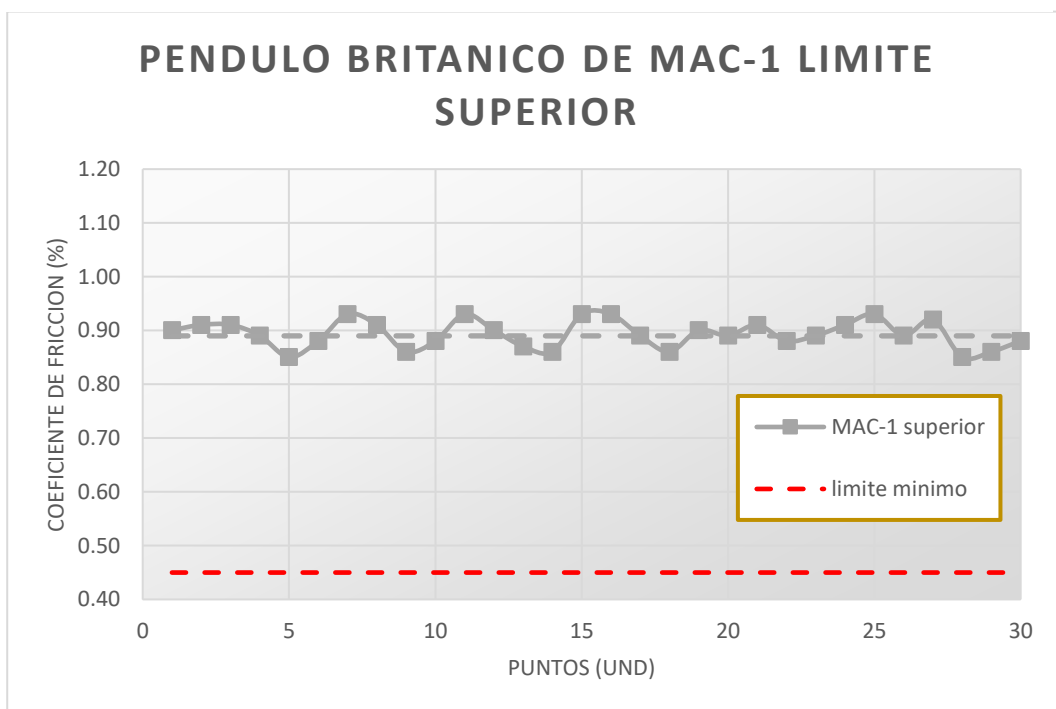
Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla 4.76 se muestra los valores de las lecturas del ensayo del péndulo británico tomadas de un diseño de mezcla MAC-1 con límite superior; también se tomaron la lectura de la temperatura y finalmente determinar el coeficiente de fricción; del mismo modo, se muestra la figura 4.67 donde se muestra el comportamiento de las lecturas obtenidas del ensayo; además, se muestra un promedio de coeficiente de fricción de 0.89; asimismo, se tiene como coeficiente de resistencia al deslizamiento máximo de 0.93 y coeficiente de resistencia al

deslizamiento mínimo de 0.85 superando el valor mínimo de las especificaciones del manual de carreteras de 0.45.

Figura 14.67.

Comportamiento de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-1 con límite superior.



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.77.*Resumen de ensayo de péndulo británico MAC-1*

N° MUESTRA	REPETICIONES	LIMITE INFERIOR	LIMITE MEDIO	LIMITE SUPERIOR	COEFICIENTE INFERIOR	COEFICIENTE MEDIO	COEFICIENTE SUPERIOR
MUESTRA N° 1	1	75	88	90	0.75	0.88	0.90
	2	87	87	91	0.87	0.87	0.91
	3	87	88	91	0.87	0.88	0.91
	4	83	87	89	0.83	0.87	0.89
	5	83	88	85	0.83	0.88	0.85
	6	82	85	88	0.82	0.85	0.88
	7	86	84	93	0.86	0.84	0.93
	8	87	91	91	0.87	0.91	0.91
	9	86	87	86	0.86	0.87	0.86
	10	82	85	88	0.82	0.85	0.88
MUESTRA N° 2	1	82	90	93	0.82	0.90	0.93
	2	84	91	90	0.84	0.91	0.90
	3	81	86	87	0.81	0.86	0.87
	4	89	87	86	0.89	0.87	0.86
	5	85	86	93	0.85	0.86	0.93
	6	87	85	93	0.87	0.85	0.93
	7	78	87	89	0.78	0.87	0.89
	8	88	89	86	0.88	0.89	0.86
	9	82	84	90	0.82	0.84	0.90
	10	85	91	89	0.85	0.91	0.89
MUESTRA N° 3	1	86	90	91	0.86	0.90	0.91
	2	83	89	88	0.83	0.89	0.88
	3	87	86	89	0.87	0.86	0.89
	4	87	86	91	0.87	0.86	0.91
	5	81	90	93	0.81	0.90	0.93
	6	83	87	89	0.83	0.87	0.89
	7	83	85	92	0.83	0.85	0.92
	8	87	90	85	0.87	0.90	0.85
	9	85	89	86	0.85	0.89	0.86
	10	85	89	88	0.85	0.89	0.88
PROMEDIO					0.84	0.87	0.89

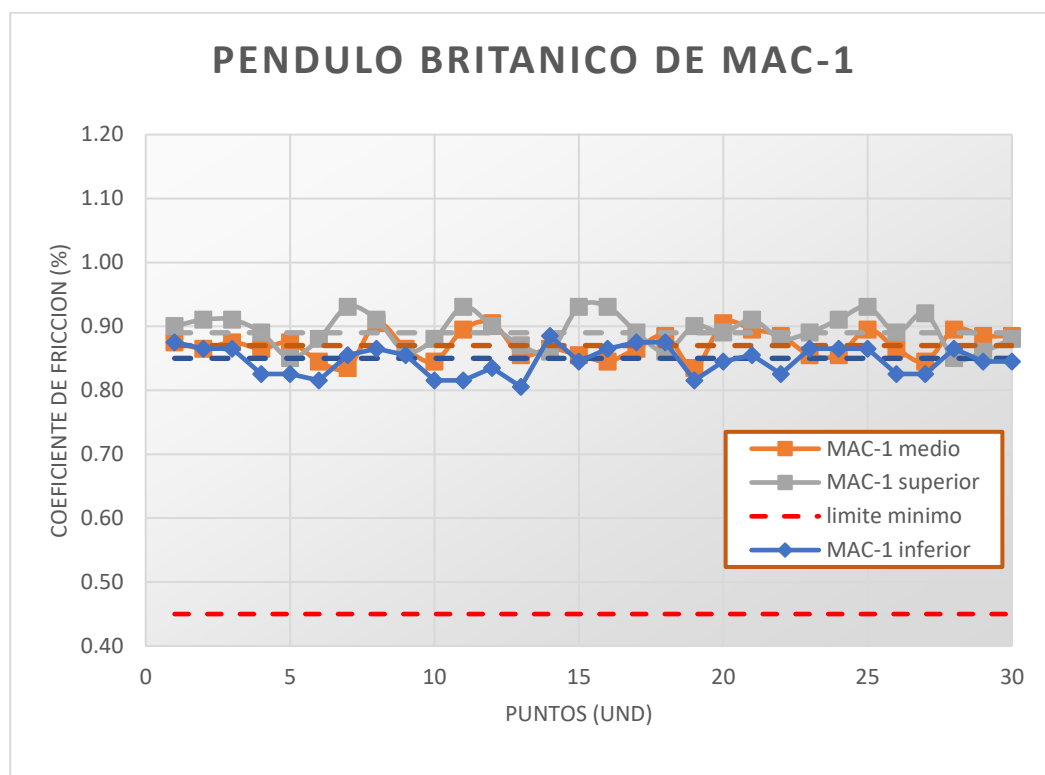
Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla 4.77 se muestra los valores de las lecturas del ensayo del péndulo británico tomadas de un diseño de mezcla MAC-1 con límite superior, límite medio y límite inferior; también se tomaron la lectura de la temperatura y finalmente determinar el coeficiente de fricción; del mismo modo, se muestra la figura 4.68 donde se muestra el comportamiento del coeficiente de resistencia al deslizamiento obtenidas del ensayo; además, se muestra el promedio de coeficiente de fricción de 0.89, 0.87 y 0.84 respectivamente; asimismo, se tiene como coeficiente de resistencia al deslizamiento máximo de 0.93 y coeficiente de resistencia al

deslizamiento mínimo de 0.75 superando el valor mínimo de las especificaciones del manual de carreteras de 0.45.

Figura 14.68.

Comportamiento de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.78.*Ensayo de péndulo británico MAC-2 límite inferior*

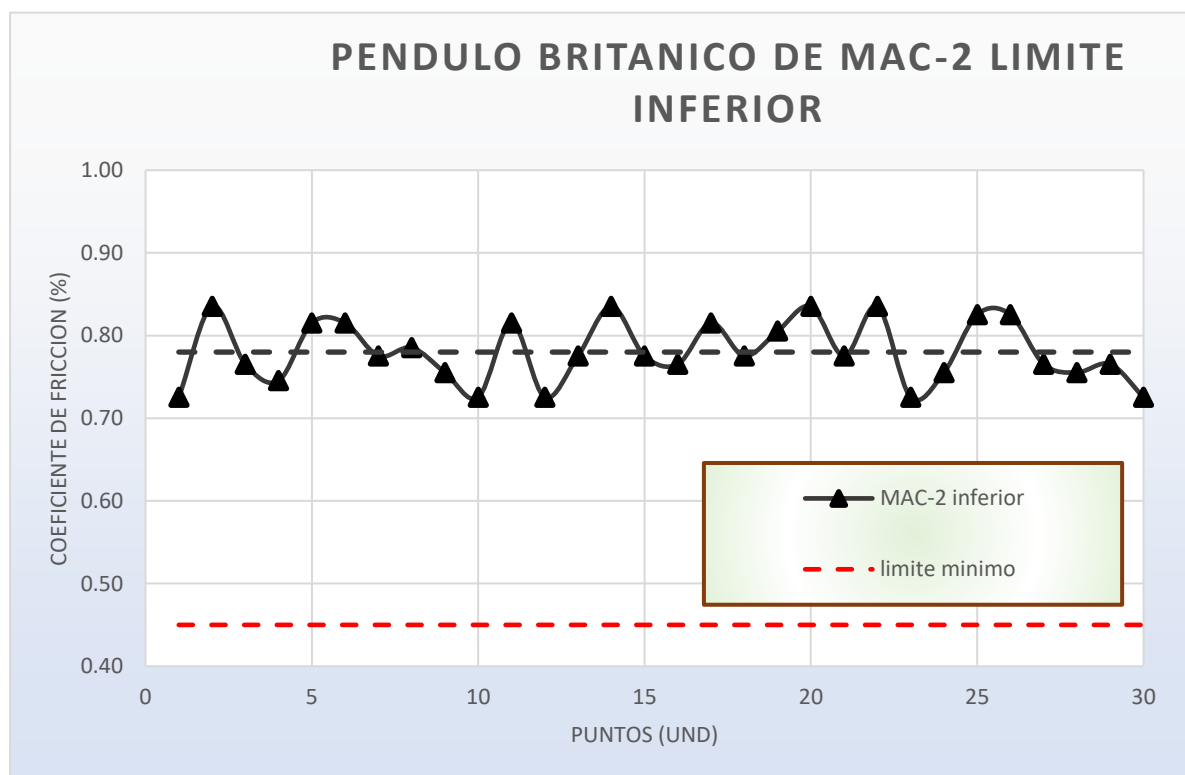
N° MUESTRA	REPETICIONES	N° LECTURA	TEMPERATURA	CORRECCION POR TEMPERATURA	COEFICIENTE DE FRICCION
MUESTRA N° 1	1	73	18	72.53	0.73
	2	84	18	83.53	0.84
	3	77	18	76.53	0.77
	4	75	18	74.53	0.75
	5	82	18	81.53	0.82
	6	82	18	81.53	0.82
	7	78	18	77.53	0.78
	8	79	18	78.53	0.79
	9	76	18	75.53	0.76
	10	73	18	72.53	0.73
MUESTRA N° 2	1	82	18	81.53	0.82
	2	73	18	72.53	0.73
	3	78	18	77.53	0.78
	4	84	18	83.53	0.84
	5	78	18	77.53	0.78
	6	77	18	76.53	0.77
	7	82	18	81.53	0.82
	8	78	18	77.53	0.78
	9	81	18	80.53	0.81
	10	84	18	83.53	0.84
MUESTRA N° 3	1	78	18	77.53	0.78
	2	84	18	83.53	0.84
	3	73	18	72.53	0.73
	4	76	18	75.53	0.76
	5	83	18	82.53	0.83
	6	83	18	82.53	0.83
	7	77	18	76.53	0.77
	8	76	18	75.53	0.76
	9	77	18	76.53	0.77
	10	73	18	72.53	0.73
PROMEDIO					0.78

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla 4.78 se muestra los valores de las lecturas del ensayo del péndulo británico tomadas de un diseño de mezcla MAC-2 con límite inferior; también se tomaron la lectura de la temperatura y finalmente determinar el coeficiente de fricción; del mismo modo, se muestra la figura 4.69 donde se muestra el comportamiento de las lecturas obtenidas del ensayo; además, se muestra un promedio de coeficiente de fricción de 0.78; asimismo, se tiene como coeficiente de resistencia al deslizamiento máximo de 0.84 y coeficiente de resistencia al deslizamiento mínimo de 0.73 superando el valor mínimo de las especificaciones del manual de carreteras de 0.45.

Figura 14.69.

Comportamiento de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-2 con límite inferior.



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.79.*Ensayo de péndulo británico MAC-2 límite medio*

N° MUESTRA	REPETICIONES	N° LECTURA	TEMPERATURA	CORRECCION POR TEMPERATURA	COEFICIEENTE DE FRICCION
MUESTRA N° 1	1	80	20	80.05	0.80
	2	82	20	82.05	0.82
	3	80	20	80.05	0.80
	4	84	20	84.05	0.84
	5	84	20	84.05	0.84
	6	80	20	80.05	0.80
	7	83	20	83.05	0.83
	8	77	20	77.05	0.77
	9	80	20	80.05	0.80
	10	83	20	83.05	0.83
MUESTRA N° 2	1	76	20	76.05	0.76
	2	75	20	75.05	0.75
	3	81	20	81.05	0.81
	4	79	20	79.05	0.79
	5	75	20	75.05	0.75
	6	83	20	83.05	0.83
	7	79	20	79.05	0.79
	8	80	20	80.05	0.80
	9	75	20	75.05	0.75
	10	81	20	81.05	0.81
MUESTRA N° 3	1	78	20	78.05	0.78
	2	79	20	79.05	0.79
	3	80	20	80.05	0.80
	4	77	20	77.05	0.77
	5	75	20	75.05	0.75
	6	83	20	83.05	0.83
	7	81	20	81.05	0.81
	8	81	20	81.05	0.81
	9	84	20	84.05	0.84
	10	81	20	81.05	0.81
PROMEDIO					0.80

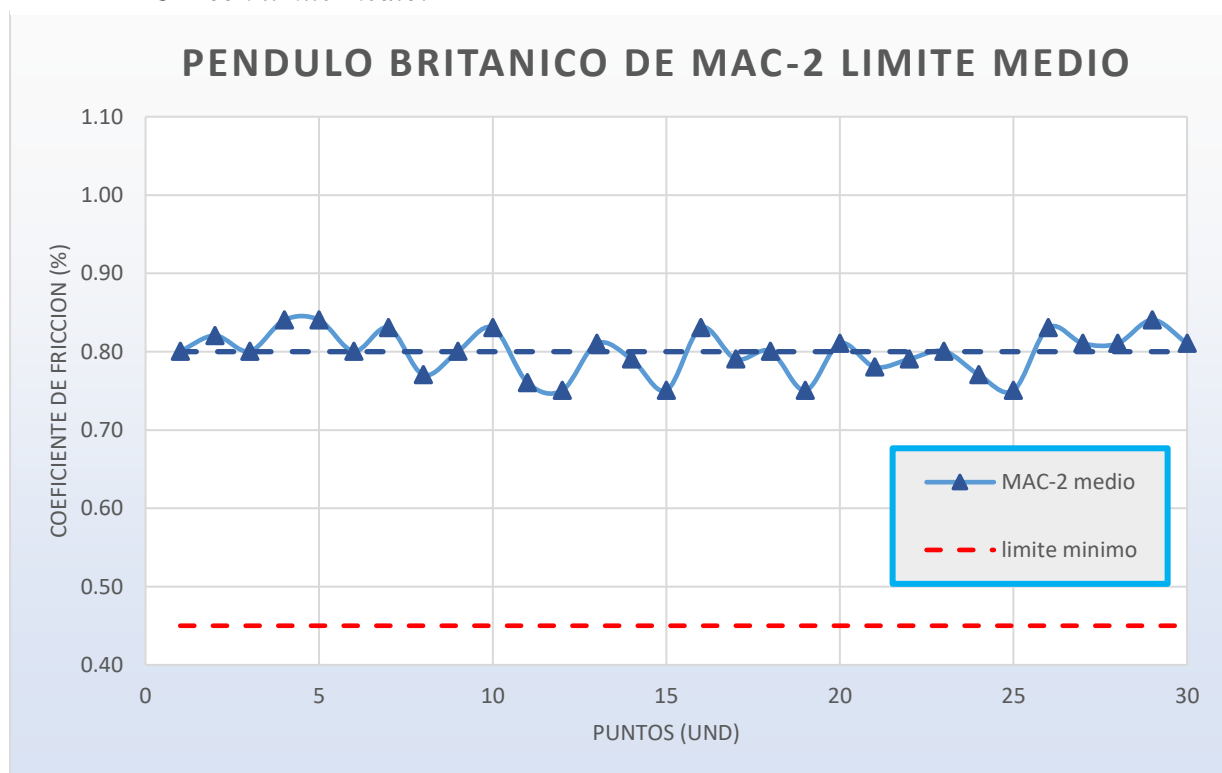
Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla 4.79 se muestra los valores de las lecturas del ensayo del péndulo británico tomadas de un diseño de mezcla MAC-2 con límite medio; también se tomaron la lectura de la temperatura y finalmente determinar el coeficiente de fricción; del mismo modo, se muestra la figura 4.70 donde se muestra el comportamiento de las lecturas obtenidas del ensayo; además, se muestra un promedio de coeficiente de fricción de 0.80; asimismo, se tiene como coeficiente de

resistencia al deslizamiento máximo de 0.84 y coeficiente de resistencia al deslizamiento mínimo de 0.75 superando el valor mínimo de las especificaciones del manual de carreteras de 0.45.

Figura 14.70.

Comportamiento de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-2 con límite medio.



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.80.*Ensayo de péndulo británico MAC-2 límite superior*

N° MUESTRA	REPETICIONES	N° LECTURA	TEMPERATURA	CORRECCION POR TEMPERATURA	COEFICIEENTE DE FRICCION
MUESTRA N° 1	1	84	18	83.53	0.84
	2	81	18	80.53	0.81
	3	85	18	84.53	0.85
	4	81	18	80.53	0.81
	5	85	18	84.53	0.85
	6	85	18	84.53	0.85
	7	85	18	84.53	0.85
	8	82	18	81.53	0.82
	9	79	18	78.53	0.79
	10	86	18	85.53	0.86
MUESTRA N° 2	1	79	18	78.53	0.79
	2	79	18	78.53	0.79
	3	82	18	81.53	0.82
	4	85	18	84.53	0.85
	5	81	18	80.53	0.81
	6	85	18	84.53	0.85
	7	84	18	83.53	0.84
	8	85	18	84.53	0.85
	9	86	18	85.53	0.86
	10	79	18	78.53	0.79
MUESTRA N° 3	1	82	18	81.53	0.82
	2	86	18	85.53	0.86
	3	83	18	82.53	0.83
	4	85	18	84.53	0.85
	5	79	18	78.53	0.79
	6	86	18	85.53	0.86
	7	84	18	83.53	0.84
	8	79	18	78.53	0.79
	9	80	18	79.53	0.80
	10	85	18	84.53	0.85
PROMEDIO					0.82

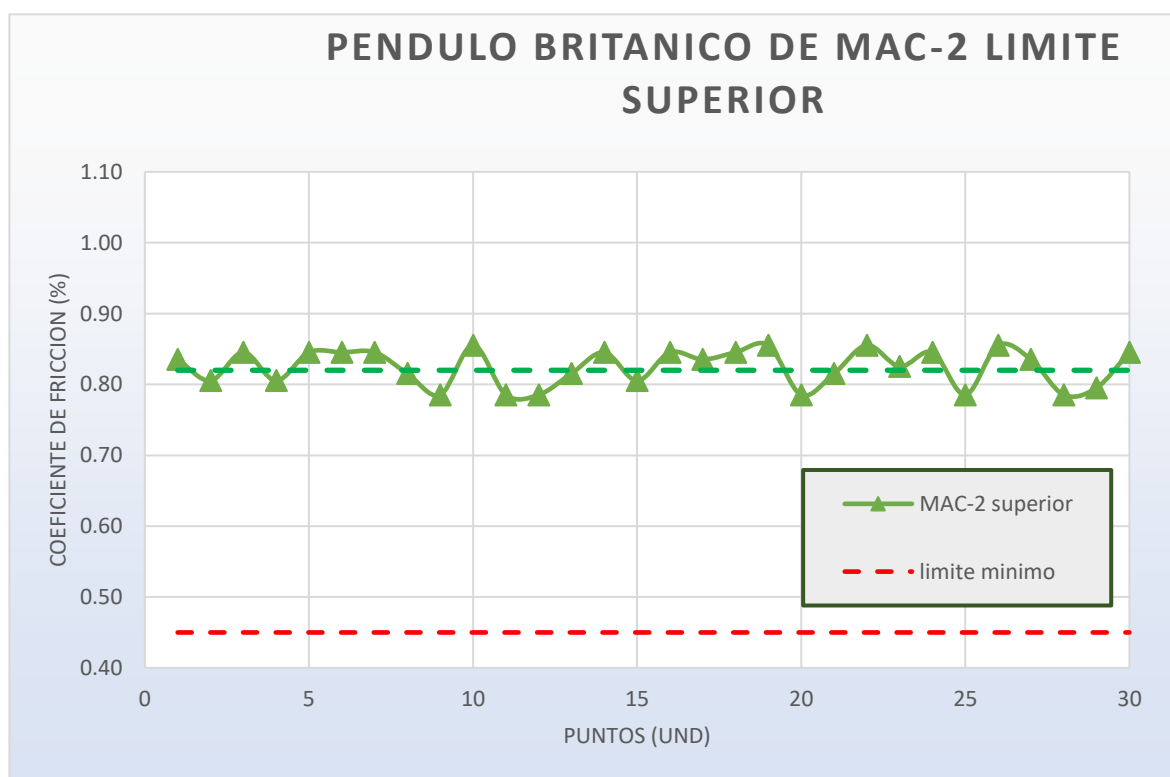
Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla 4.80 muestra los valores de las lecturas del ensayo del péndulo británico tomadas de un diseño de mezcla MAC-2 con límite superior; también se tomaron la lectura de la temperatura y finalmente determinar el coeficiente de fricción; del mismo modo, se muestra la figura 4.71 donde se muestra el comportamiento de las lecturas obtenidas del ensayo; además, se muestra un promedio de coeficiente de fricción de 0.82; asimismo, se tiene como coeficiente de resistencia al deslizamiento máximo de 0.86 y coeficiente de resistencia al

deslizamiento mínimo de 0.79 superando el valor mínimo de las especificaciones del manual de carreteras de 0.45.

Figura 4.71

Comportamiento de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-2 con límite superior.



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.81.*Resumen de ensayo de péndulo británico MAC-2*

N° MUESTRA	REPETICIONES	LIMITE INFERIOR	LIMITE MEDIO	LIMITE SUPERIOR	COEFICIENTE INFERIOR	COEFICIENTE MEDIO	COEFICIENTE SUPERIOR
MUESTRA N° 1	1	73	80	84	0.73	0.80	0.84
	2	84	82	81	0.84	0.82	0.81
	3	77	80	85	0.77	0.80	0.85
	4	75	84	81	0.75	0.84	0.81
	5	82	84	85	0.82	0.84	0.85
	6	82	80	85	0.82	0.80	0.85
	7	78	83	85	0.78	0.83	0.85
	8	79	77	82	0.79	0.77	0.82
	9	76	80	79	0.76	0.80	0.79
	10	73	83	86	0.73	0.83	0.86
MUESTRA N° 2	1	82	76	79	0.82	0.76	0.79
	2	73	75	79	0.73	0.75	0.79
	3	78	81	82	0.78	0.81	0.82
	4	84	79	85	0.84	0.79	0.85
	5	78	75	81	0.78	0.75	0.81
	6	77	83	85	0.77	0.83	0.85
	7	82	79	84	0.82	0.79	0.84
	8	78	80	85	0.78	0.80	0.85
	9	81	75	86	0.81	0.75	0.86
	10	84	81	79	0.84	0.81	0.79
MUESTRA N° 3	1	78	78	82	0.78	0.78	0.82
	2	84	79	86	0.84	0.79	0.86
	3	73	80	83	0.73	0.80	0.83
	4	76	77	85	0.76	0.77	0.85
	5	83	75	79	0.83	0.75	0.79
	6	83	83	86	0.83	0.83	0.86
	7	77	81	84	0.77	0.81	0.84
	8	76	81	79	0.76	0.81	0.79
	9	77	84	80	0.77	0.84	0.80
	10	73	81	85	0.73	0.81	0.85
PROMEDIO					0.78	0.80	0.82

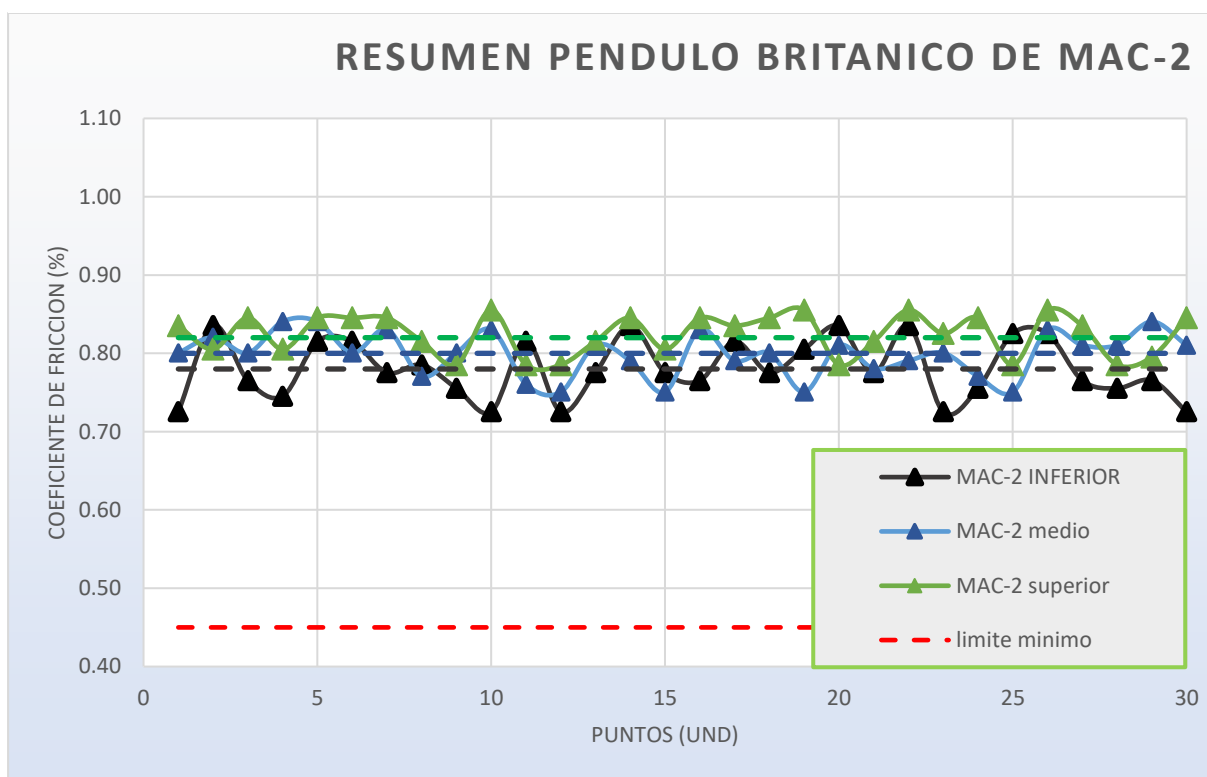
Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla 4.81 se muestra los valores de las lecturas del ensayo del péndulo británico tomadas de un diseño de mezcla MAC-2 con límite superior, límite medio y límite inferior; también se tomaron la lectura de la temperatura y finalmente determinar el coeficiente de fricción; del mismo modo, se muestra la figura 4.72 donde se muestra el comportamiento del coeficiente de resistencia al deslizamiento obtenidas del ensayo; además, se muestra el promedio de coeficiente de fricción de 0.82, 0.8 y 0.78 respectivamente; asimismo, se tiene como coeficiente

de resistencia al deslizamiento máximo de 0.86 y coeficiente de resistencia al deslizamiento mínimo de 0.73 superando el valor mínimo de las especificaciones del manual de carreteras de 0.45.

Figura 14.71.

Resumen de los Comportamientos de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-2.



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.82.*Ensayo de péndulo británico MAC-3 límite inferior*

N° MUESTRA	REPETICIONES	N° LECTURA	TEMPERATURA	CORRECCION POR TEMPERATURA	COEFICIEENTE DE FRICCION
MUESTRA N° 1	1	74	18	73.53	0.74
	2	72	18	71.53	0.72
	3	76	18	75.53	0.76
	4	71	18	70.53	0.71
	5	72	18	71.53	0.72
	6	75	18	74.53	0.75
	7	76	18	75.53	0.76
	8	75	18	74.53	0.75
	9	66	18	65.53	0.66
	10	72	18	71.53	0.72
MUESTRA N° 2	1	74	18	73.53	0.74
	2	70	18	69.53	0.70
	3	74	18	73.53	0.74
	4	75	18	74.53	0.75
	5	73	18	72.53	0.73
	6	74	18	73.53	0.74
	7	70	18	69.53	0.70
	8	70	18	69.53	0.70
	9	73	18	72.53	0.73
	10	77	18	76.53	0.77
MUESTRA N° 3	1	72	18	71.53	0.72
	2	70	18	69.53	0.70
	3	73	18	72.53	0.73
	4	74	18	73.53	0.74
	5	72	18	71.53	0.72
	6	77	18	76.53	0.77
	7	79	18	78.53	0.79
	8	70	18	69.53	0.70
	9	70	18	69.53	0.70
	10	74	18	73.53	0.74
PROMEDIO					0.73

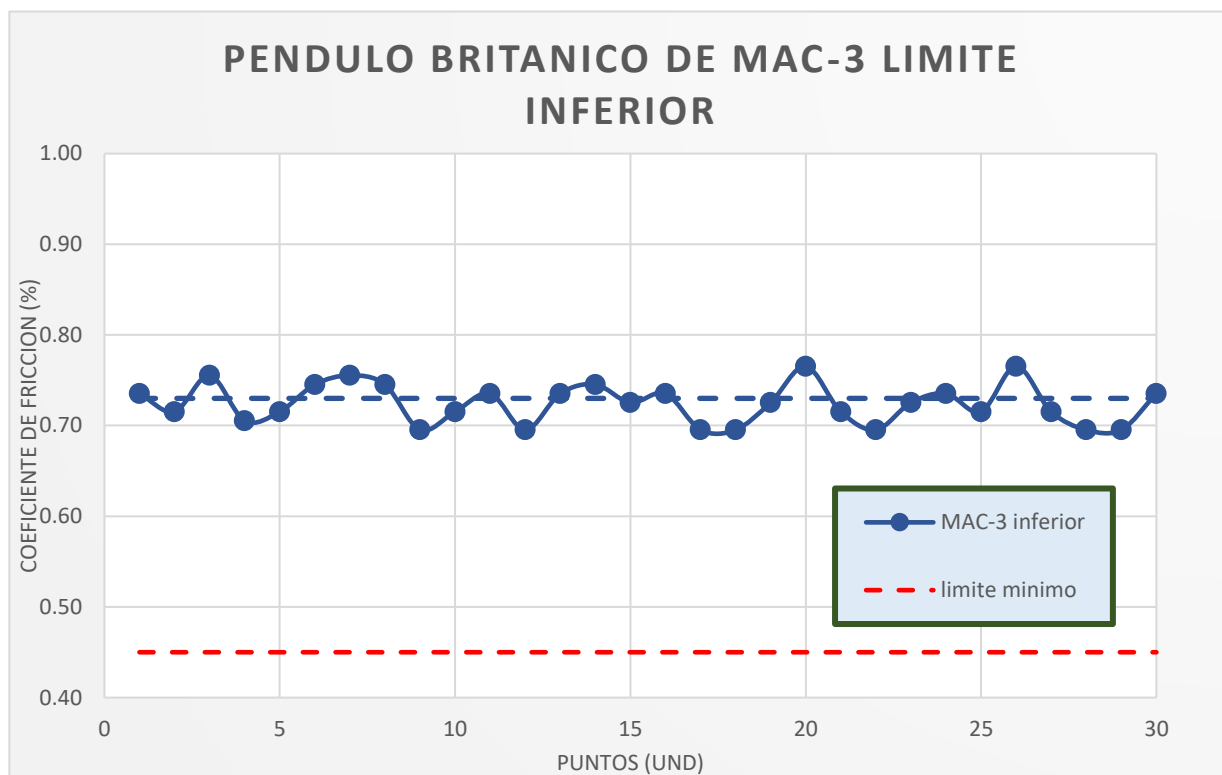
Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla 4.82 se muestra los valores de las lecturas del ensayo del péndulo británico tomadas de un diseño de mezcla MAC-3 con límite inferior; también se tomaron la lectura de la temperatura y finalmente determinar el coeficiente de fricción; del mismo modo, se muestra la figura 4.73 donde se muestra el comportamiento de las lecturas obtenidas del ensayo; además, se muestra un promedio de coeficiente de fricción de 0.73; asimismo, se tiene como coeficiente de resistencia al deslizamiento máximo de 0.79 y coeficiente de resistencia al

deslizamiento mínimo de 0.66 superando el valor mínimo de las especificaciones del manual de carreteras de 0.45.

Figura 14.72.

Comportamiento de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-3 con límite inferior.



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.83.*Ensayo de péndulo británico MAC-3 límite medio*

N° MUESTRA	REPETICIONES	N° LECTURA	TEMPERATURA	CORRECCION POR TEMPERATURA	COEFICIEENTE DE FRICCION
MUESTRA N° 1	1	72	17	71.255	0.71
	2	78	17	77.255	0.77
	3	76	17	75.255	0.75
	4	77	17	76.255	0.76
	5	72	17	71.255	0.71
	6	73	17	72.255	0.72
	7	75	17	74.255	0.74
	8	75	17	74.255	0.74
	9	74	17	73.255	0.73
	10	74	17	73.255	0.73
MUESTRA N° 2	1	74	17	73.255	0.73
	2	72	17	71.255	0.71
	3	78	17	77.255	0.77
	4	74	17	73.255	0.73
	5	73	17	72.255	0.72
	6	75	17	74.255	0.74
	7	77	17	76.255	0.76
	8	73	17	72.255	0.72
	9	78	17	77.255	0.77
	10	73	17	72.255	0.72
MUESTRA N° 3	1	77	17	76.255	0.76
	2	76	17	75.255	0.75
	3	72	17	71.255	0.71
	4	75	17	74.255	0.74
	5	78	17	77.255	0.77
	6	77	17	76.255	0.76
	7	73	17	72.255	0.72
	8	76	17	75.255	0.75
	9	77	17	76.255	0.76
	10	76	17	75.255	0.75
PROMEDIO					0.74

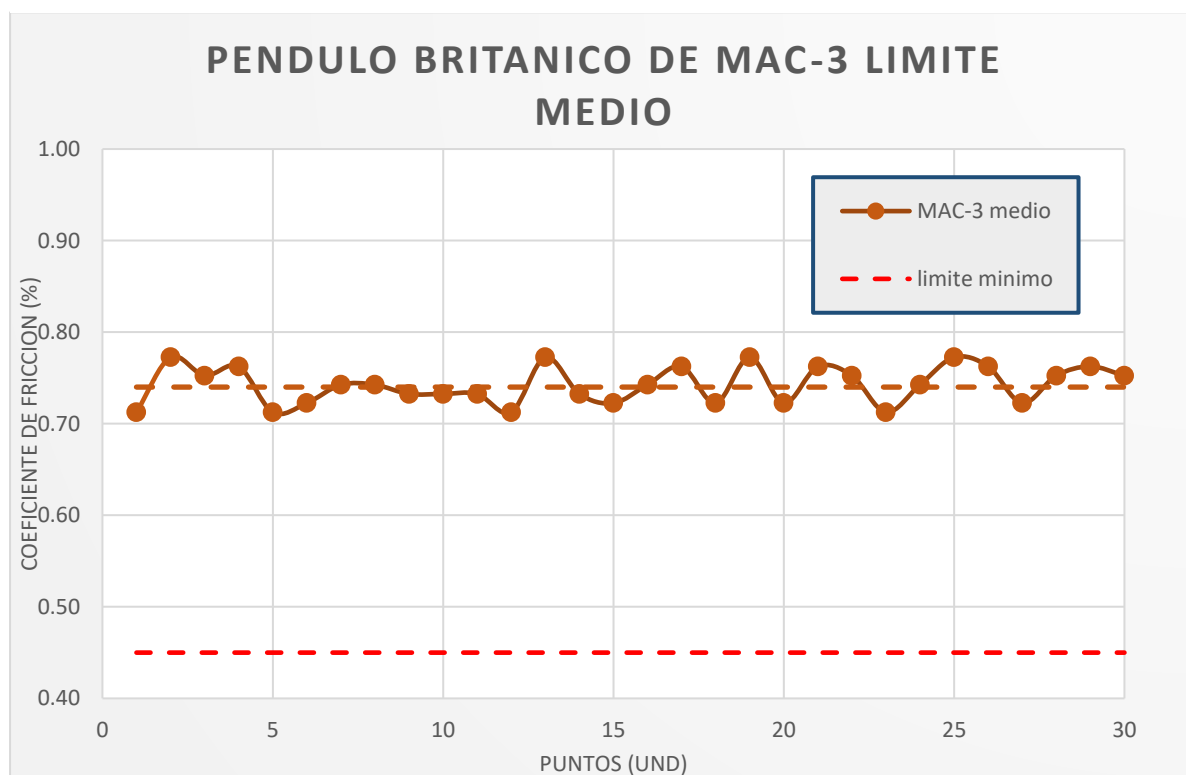
Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla 4.83 se muestra los valores de las lecturas del ensayo del péndulo británico tomadas de un diseño de mezcla MAC-3 con límite medio; también se tomaron la lectura de la temperatura y finalmente determinar el coeficiente de fricción; del mismo modo, se muestra la figura 4.74 donde se muestra el comportamiento de las lecturas obtenidas del ensayo; además, se muestra un promedio de coeficiente de fricción de 0.74; asimismo, se tiene como coeficiente de

resistencia al deslizamiento máximo de 0.77 y coeficiente de resistencia al deslizamiento mínimo de 0.71 superando el valor mínimo de las especificaciones del manual de carreteras de 0.45.

Figura 14.73.

Comportamiento de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-3 con límite medio.



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.84.*Ensayo de péndulo británico MAC-3 límite superior*

N° MUESTRA	REPETICIONES	N° LECTURA	TEMPERATURA	CORRECCION POR TEMPERATURA	COEFICIEENTE DE FRICCION
MUESTRA N° 1	1	81	19	80.795	0.81
	2	73	19	72.795	0.73
	3	74	19	73.795	0.74
	4	81	19	80.795	0.81
	5	74	19	73.795	0.74
	6	74	19	73.795	0.74
	7	76	19	75.795	0.76
	8	80	19	79.795	0.80
	9	71	19	70.795	0.71
	10	71	19	70.795	0.71
MUESTRA N° 2	1	76	19	75.795	0.76
	2	81	19	80.795	0.81
	3	71	19	70.795	0.71
	4	78	19	77.795	0.78
	5	79	19	78.795	0.79
	6	73	19	72.795	0.73
	7	78	19	77.795	0.78
	8	73	19	72.795	0.73
	9	75	19	74.795	0.75
	10	77	19	76.795	0.77
MUESTRA N° 3	1	76	19	75.795	0.76
	2	80	19	79.795	0.80
	3	80	19	79.795	0.80
	4	70	19	69.795	0.70
	5	76	19	75.795	0.76
	6	70	19	69.795	0.70
	7	75	19	74.795	0.75
	8	81	19	80.795	0.81
	9	77	19	76.795	0.77
	10	79	19	78.795	0.79
PROMEDIO					0.76

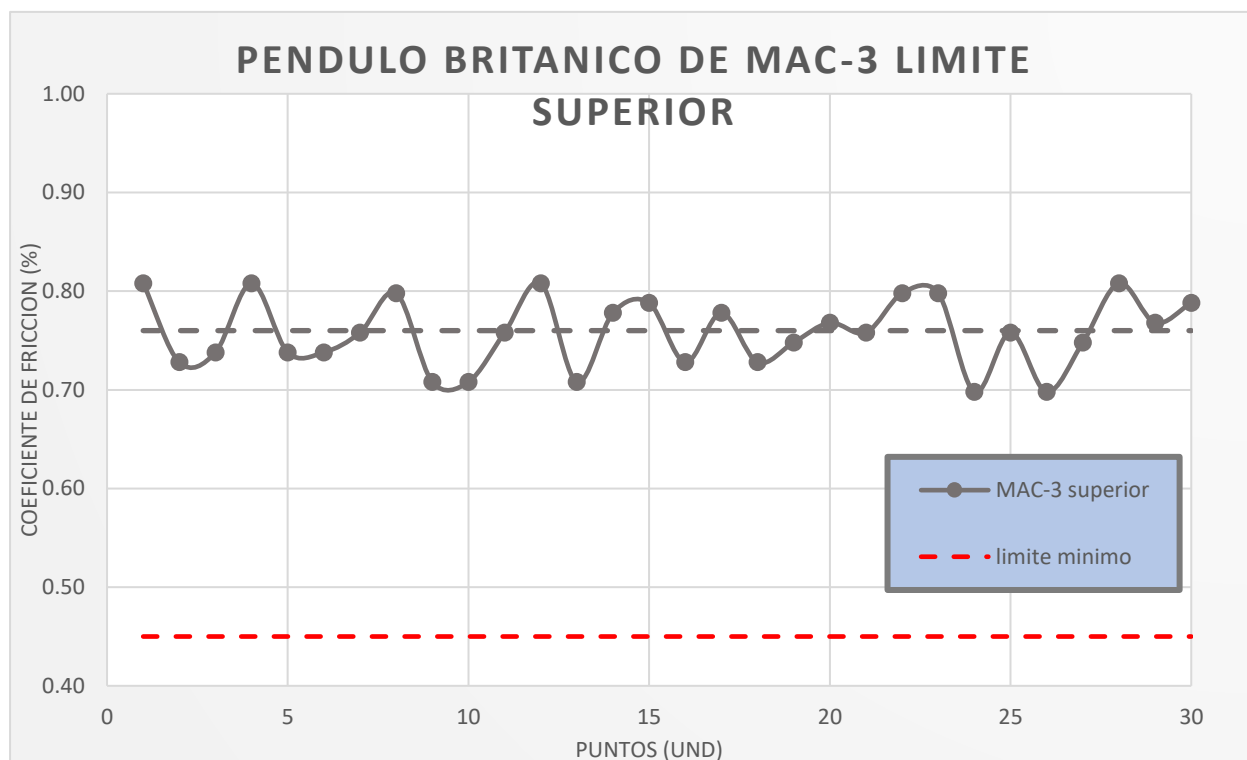
Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla 4.84 se muestra los valores de las lecturas del ensayo del péndulo británico tomadas de un diseño de mezcla MAC-3 con límite superior; también se tomaron la lectura de la temperatura y finalmente determinar el coeficiente de fricción; del mismo modo, se muestra la figura 4.75 donde se muestra el comportamiento de las lecturas obtenidas del ensayo; además, se muestra un promedio de coeficiente de fricción de 0.76; asimismo, se tiene como

coeficiente de resistencia al deslizamiento máximo de 0.81 y coeficiente de resistencia al deslizamiento mínimo de 0.71 superando el valor mínimo de las especificaciones del manual de carreteras de 0.45.

Figura 14.74.

Comportamiento de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-3 con límite superior.



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.85.*Resumen de ensayo de péndulo británico MAC-3*

N° MUESTRA	REPETICIONES	LIMITE INFERIOR	LIMITE MEDIO	LIMITE SUPERIOR	COEFICIENTE INFERIOR	COEFICIENTE MEDIO	COEFICIENTE SUPERIOR
MUESTRA N° 1	1	74	72	81	0.74	0.71	0.81
	2	72	78	73	0.72	0.77	0.73
	3	76	76	74	0.76	0.75	0.74
	4	71	77	81	0.71	0.76	0.81
	5	72	72	74	0.72	0.71	0.74
	6	75	73	74	0.75	0.72	0.74
	7	76	75	76	0.76	0.74	0.76
	8	75	75	80	0.75	0.74	0.80
	9	66	74	71	0.66	0.73	0.71
	10	72	74	71	0.72	0.73	0.71
MUESTRA N° 2	1	74	74	76	0.74	0.73	0.76
	2	70	72	81	0.70	0.71	0.81
	3	74	78	71	0.74	0.77	0.71
	4	75	74	78	0.75	0.73	0.78
	5	73	73	79	0.73	0.72	0.79
	6	74	75	73	0.74	0.74	0.73
	7	70	77	78	0.70	0.76	0.78
	8	70	73	73	0.70	0.72	0.73
	9	73	78	75	0.73	0.77	0.75
	10	77	73	77	0.77	0.72	0.77
MUESTRA N° 3	1	72	77	76	0.72	0.76	0.76
	2	70	76	80	0.70	0.75	0.80
	3	73	72	80	0.73	0.71	0.80
	4	74	75	70	0.74	0.74	0.70
	5	72	78	76	0.72	0.77	0.76
	6	77	77	70	0.77	0.76	0.70
	7	79	73	75	0.79	0.72	0.75
	8	70	76	81	0.70	0.75	0.81
	9	70	77	77	0.70	0.76	0.77
	10	74	76	79	0.74	0.75	0.79
PROMEDIO					0.73	0.74	0.76

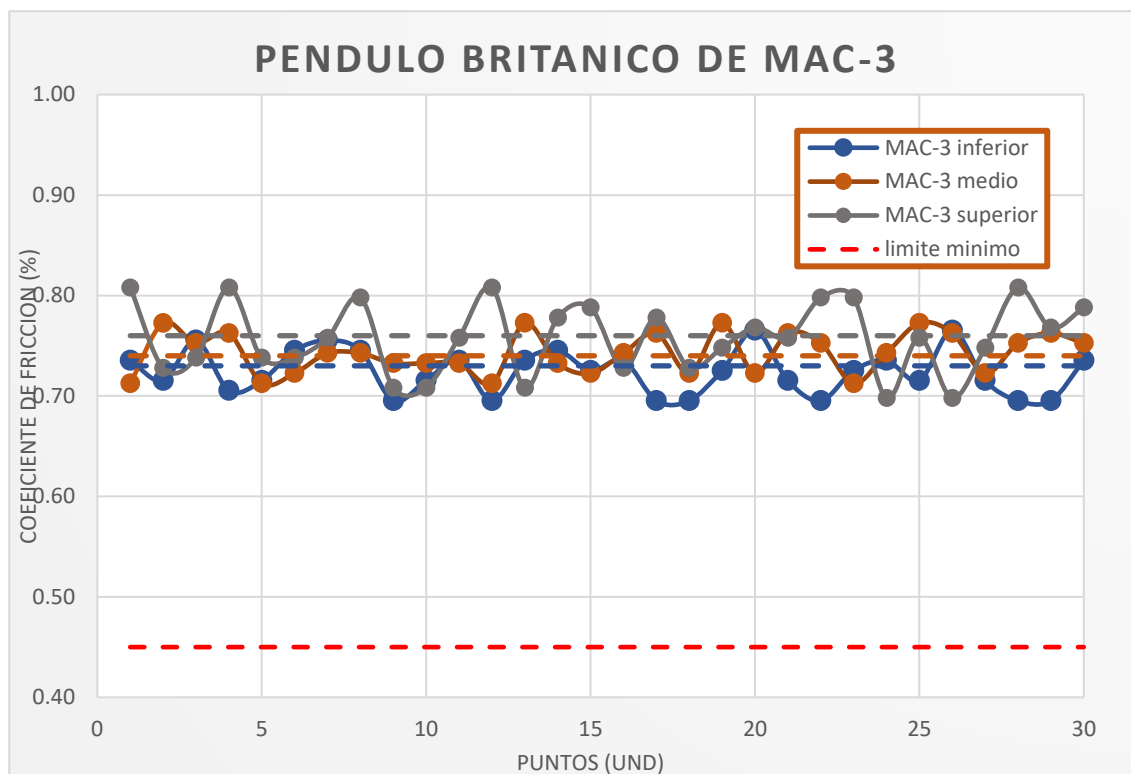
Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla 4.85 se muestra los valores de las lecturas del ensayo del péndulo británico tomadas de un diseño de mezcla MAC-3 con límite superior, límite medio y límite inferior para luego determinar el coeficiente de fricción; del mismo modo, se muestra la figura 4.76 donde se muestra el comportamiento del coeficiente de resistencia al deslizamiento obtenidas

del ensayo; además, se muestra el promedio de coeficiente de fricción de 0.76, 0.74 y 0.73 respectivamente; asimismo, se tiene como coeficiente de resistencia al deslizamiento máximo de 0.81 y coeficiente de resistencia al deslizamiento mínimo de 0.66 superando el valor mínimo de las especificaciones del manual de carreteras de 0.45.

Figura 14.75.

Resumen de los Comportamientos de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-3.



Fuente: elaboración propia

Tabla 14.86.*Resumen de ensayo de péndulo británico MAC-1, MAC-2 y MAC-3*

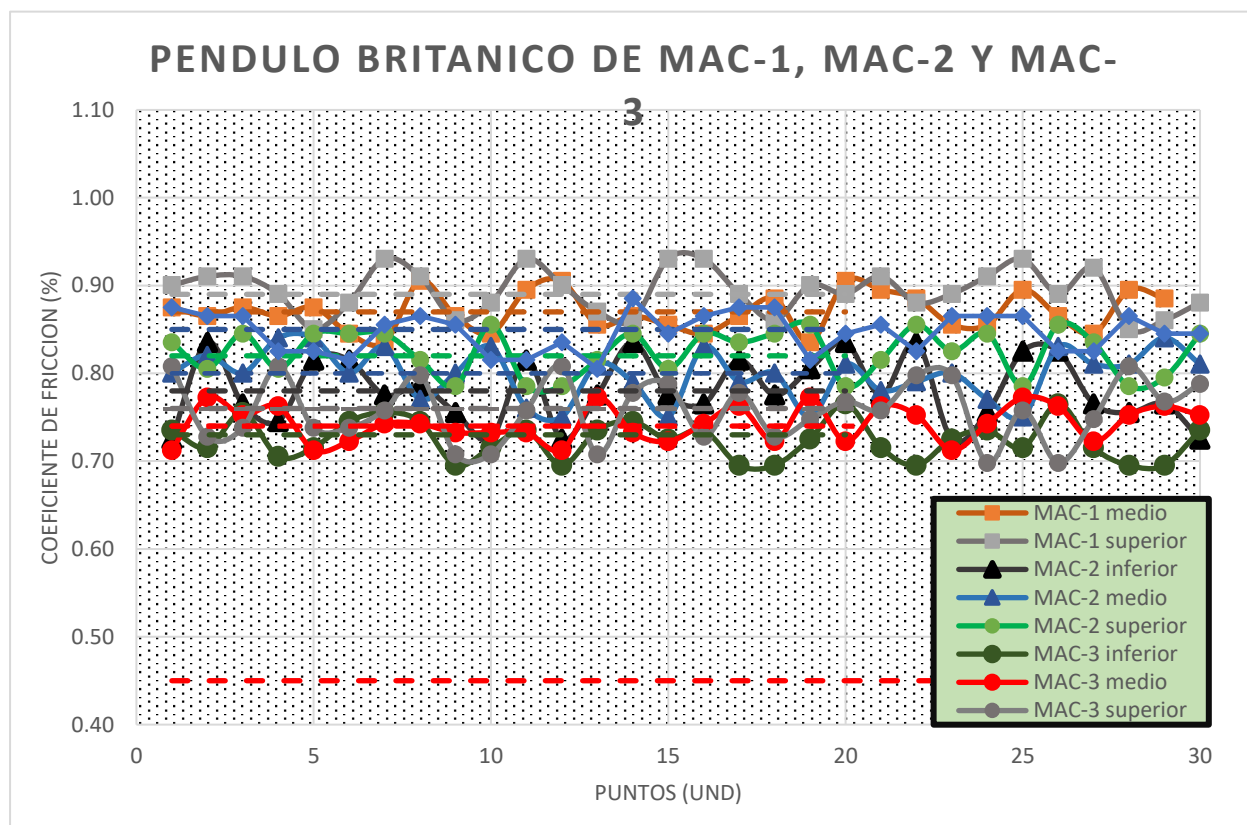
N° MUESTRA	MAC-1 INFERIOR	MAC-1 MEDIO	MAC-1 SUPERIOR	MAC-2 INFERIOR	MAC-2 MEDIO	MAC-2 SUPERIOR	MAC-3 INFERIOR	MAC-3 MEDIO	MAC-3 SUPERIOR
MUESTRA N° 1	0.75	0.88	0.90	0.73	0.80	0.84	0.74	0.71	0.81
	0.87	0.87	0.91	0.84	0.82	0.81	0.72	0.77	0.73
	0.87	0.88	0.91	0.77	0.80	0.85	0.76	0.75	0.74
	0.83	0.87	0.89	0.75	0.84	0.81	0.71	0.76	0.81
	0.83	0.88	0.85	0.82	0.84	0.85	0.72	0.71	0.74
	0.82	0.85	0.88	0.82	0.80	0.85	0.75	0.72	0.74
	0.86	0.84	0.93	0.78	0.83	0.85	0.76	0.74	0.76
	0.87	0.91	0.91	0.79	0.77	0.82	0.75	0.74	0.80
	0.86	0.87	0.86	0.76	0.80	0.79	0.66	0.73	0.71
	0.82	0.85	0.88	0.73	0.83	0.86	0.72	0.73	0.71
MUESTRA N° 2	0.82	0.90	0.93	0.82	0.76	0.79	0.74	0.73	0.76
	0.84	0.91	0.90	0.73	0.75	0.79	0.70	0.71	0.81
	0.81	0.86	0.87	0.78	0.81	0.82	0.74	0.77	0.71
	0.89	0.87	0.86	0.84	0.79	0.85	0.75	0.73	0.78
	0.85	0.86	0.93	0.78	0.75	0.81	0.73	0.72	0.79
	0.87	0.85	0.93	0.77	0.83	0.85	0.74	0.74	0.73
	0.78	0.87	0.89	0.82	0.79	0.84	0.70	0.76	0.78
	0.88	0.89	0.86	0.78	0.80	0.85	0.70	0.72	0.73
	0.82	0.84	0.90	0.81	0.75	0.86	0.73	0.77	0.75
	0.85	0.91	0.89	0.84	0.81	0.79	0.77	0.72	0.77
MUESTRA N° 3	0.86	0.90	0.91	0.78	0.78	0.82	0.72	0.76	0.76
	0.83	0.89	0.88	0.84	0.79	0.86	0.70	0.75	0.80
	0.87	0.86	0.89	0.73	0.80	0.83	0.73	0.71	0.80
	0.87	0.86	0.91	0.76	0.77	0.85	0.74	0.74	0.70
	0.81	0.90	0.93	0.83	0.75	0.79	0.72	0.77	0.76
	0.83	0.87	0.89	0.83	0.83	0.86	0.77	0.76	0.70
	0.83	0.85	0.92	0.77	0.81	0.84	0.79	0.72	0.75
	0.87	0.90	0.85	0.76	0.81	0.79	0.70	0.75	0.81
	0.85	0.89	0.86	0.77	0.84	0.80	0.70	0.76	0.77
	0.85	0.89	0.88	0.73	0.81	0.85	0.74	0.75	0.79
PROMEDIO	0.84	0.87	0.89	0.78	0.80	0.82	0.73	0.74	0.76

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla 4.86 se muestra los valores de las lecturas del ensayo del péndulo británico tomadas de un diseño de mezcla MAC-1, MAC-2 y MAC-3 con límite superior, límite medio y límite inferior respectivamente para determinar el coeficiente de fricción; del mismo modo, se muestra la ilustración 4.77 donde se muestra el comportamiento del coeficiente de resistencia al deslizamiento obtenidas del ensayo; además, se muestra el promedio de coeficiente de fricción de 0.89, 0.87 y 0.84 del diseño MAC-1, 0.82, 0.80 y 0.78 del diseño MAC-2 y del diseño MAC-3 se tiene 0.73, 0.74 y 0.76 respectivamente; asimismo, los coeficiente promedios superan el valor mínimo de las especificaciones del manual de carreteras de 0.45.

Figura 14.76.

resumen general de los Comportamientos de las lecturas de péndulo británico en mezcla asfáltica con diseño MAC-1, MAC-2 y MAC-3.



Fuente: elaboración propia

14.3. Análisis estadístico

Porcentaje de vacíos de aire

- **Detallado estadístico:**

En el siguiente esquema estadístico se presentan los detallados resultantes de los datos registrados de porcentaje de vacíos de aire, resultante del ensayo de Marshall, para el diseño MAC-1 de límite superior ante distintos porcentajes de asfalto en 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5%.

Tabla 14.87:*Detallado estadístico para porcentaje de vacíos de aire (%)*

Porcentaje de asfalto (%)			Estadístico	Error estándar
Vacíos de aire (%) - MAC-1 superior	4,0	Media	6,2600	,04163
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6,0809
			Límite superior	6,4391
		Media recortada al 5%	.	.
		Mediana	6,2800	.
		Varianza	,005	.
		Desviación estándar	,07211	.
		Mínimo	6,18	.
		Máximo	6,32	.
		Rango	,14	.
		Rango intercuartil	.	.
		Asimetría	-1,152	1,225
		Curtosis	.	.
	4,5	Media	5,4533	,21881
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	4,5119
			Límite superior	6,3948
		Media recortada al 5%	.	.
		Mediana	5,2600	.
		Varianza	,144	.
		Desviación estándar	,37899	.
		Mínimo	5,21	.
		Máximo	5,89	.
		Rango	,68	.
		Rango intercuartil	.	.
		Asimetría	1,698	1,225
		Curtosis	.	.
	5,0	Media	3,7500	,06807
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3,4571
			Límite superior	4,0429
		Media recortada al 5%	.	.
		Mediana	3,7200	.
		Varianza	,014	.
		Desviación estándar	,11790	.
		Mínimo	3,65	.
		Máximo	3,88	.
		Rango	,23	.
		Rango intercuartil	.	.
		Asimetría	1,071	1,225
		Curtosis	.	.
	5,5	Media	2,8000	,05196
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,5764
			Límite superior	3,0236
		Media recortada al 5%	.	.
		Mediana	2,8000	.

6,0	Varianza		,008	
	Desviación estándar		,09000	
	Mínimo		2,71	
	Máximo		2,89	
	Rango		,18	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,000	1,225
	Curtosis		.	.
	Media		2,1067	,11780
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,5998	
		Límite superior	2,6135	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		2,0600	
	Varianza		,042	
	Desviación estándar		,20404	
	Mínimo		1,93	
	Máximo		2,33	
	Rango		,40	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,975	1,225
	Curtosis		.	.
6,5	Media		1,4333	,04631
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,2341	
		Límite superior	1,6326	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		1,4400	
	Varianza		,006	
	Desviación estándar		,08021	
	Mínimo		1,35	
	Máximo		1,51	
	Rango		,16	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-,371	1,225
	Curtosis		.	.

▪ **Distribución paramétrica:**

Para determinar la distribución de los resultados del porcentaje de vacíos de aire para el diseño MAC-1 de límite superior se plantean las siguientes hipótesis:

H₀ (Hipótesis nula): Los resultados de porcentaje de vacíos de aire para el diseño MAC-1 de límite superior ante la variación del porcentaje de asfalto pertenecen a una distribución normal.

H_a (Hipótesis alterna): Los resultados de porcentaje de vacíos de aire para el diseño MAC-1 de límite superior ante la variación del porcentaje de asfalto no pertenecen a una distribución normal.

En el siguiente esquema estadístico se obtiene que los datos pertenecen a una distribución normal, bajo la interpretación estadística que señala un análisis por Shapiro-Wilk para grados de libertad igual a 3, donde todas las significancias son mayores al máximo establecido de 0,05 como valor de referencia. Para la variable dependiente “Porcentaje de vacíos de aire” en función de la variable independiente “Porcentaje de asfalto”.

Tabla 14.88:

Distribución paramétrica para porcentaje de vacíos de aire (%)

	Porcentaje de asfalto (%)	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Vacíos de aire (%) - MAC-1 superior	4,0	,276	3	.	,942	3	,537
	4,5	,362	3	.	,805	3	,126
	5,0	,267	3	.	,951	3	,576
	5,5	,175	3	.	1,000	3	1,000
	6,0	,257	3	.	,961	3	,619
	6,5	,200	3	.	,995	3	,862

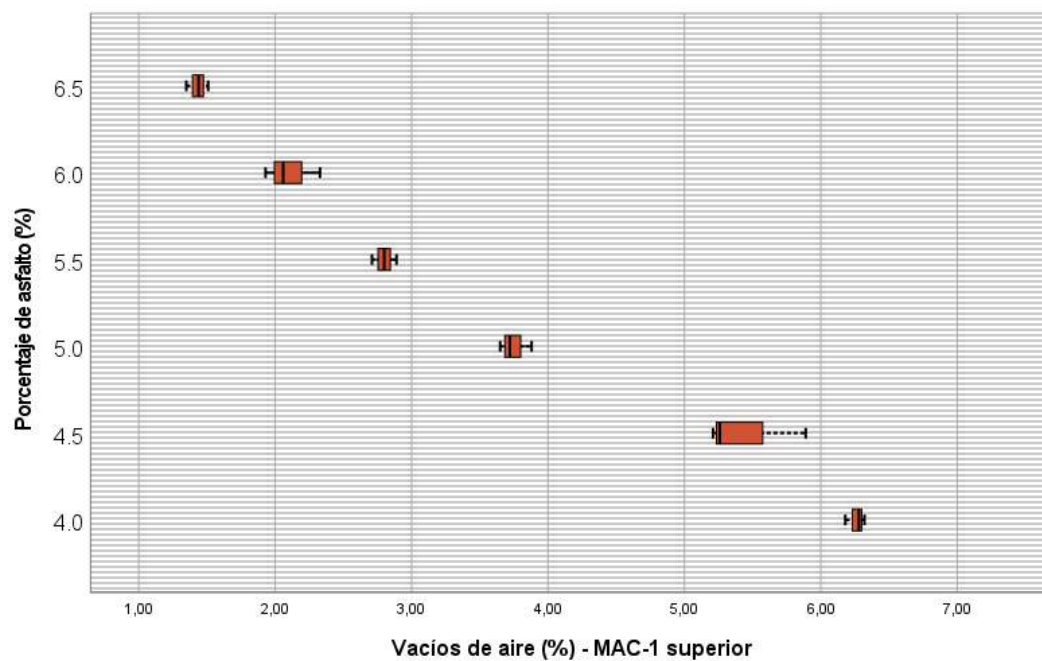
a. Corrección de significación de Lilliefors

▪ **Gráfica de cajas:**

En el siguiente diagrama estadístico se aprecia la dispersión para los resultados de porcentaje de vacíos de aire para el diseño MAC-1 de límite superior ante la variación del porcentaje de asfalto, observando que se cumple con una dispersión dentro de sus rangos.

Figura 14.77.

Gráfica de cajas para porcentaje de vacíos de aire (%)



▪ Prueba bivariado Pearson:

Para la distribución de datos normal de los resultados de porcentaje de vacíos de aire para el diseño MAC-1 de límite superior ante la variación del porcentaje de asfalto se realiza la prueba bivariado por Pearson, obteniendo en el siguiente esquema estadístico que el valor de la correlación por Pearson es de -0.983 lo que nos indica que la correlación entre la variable dependiente “Porcentaje de vacíos de aire” en función de la variable independiente “Porcentaje de asfalto” es negativa muy alta.

Tabla 14.89:

Prueba bivariado para porcentaje de vacíos de aire (%)

		Porcentaje de asfalto (%)	Vacíos de aire (%) - MAC-1 superior
Porcentaje de asfalto (%)	Correlación de Pearson	1	-.983**
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	18	18
Vacíos de aire (%) - MAC-1 superior	Correlación de Pearson	-.983**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
	N	18	18

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Diagrama de burbujas: Figura 14.78.

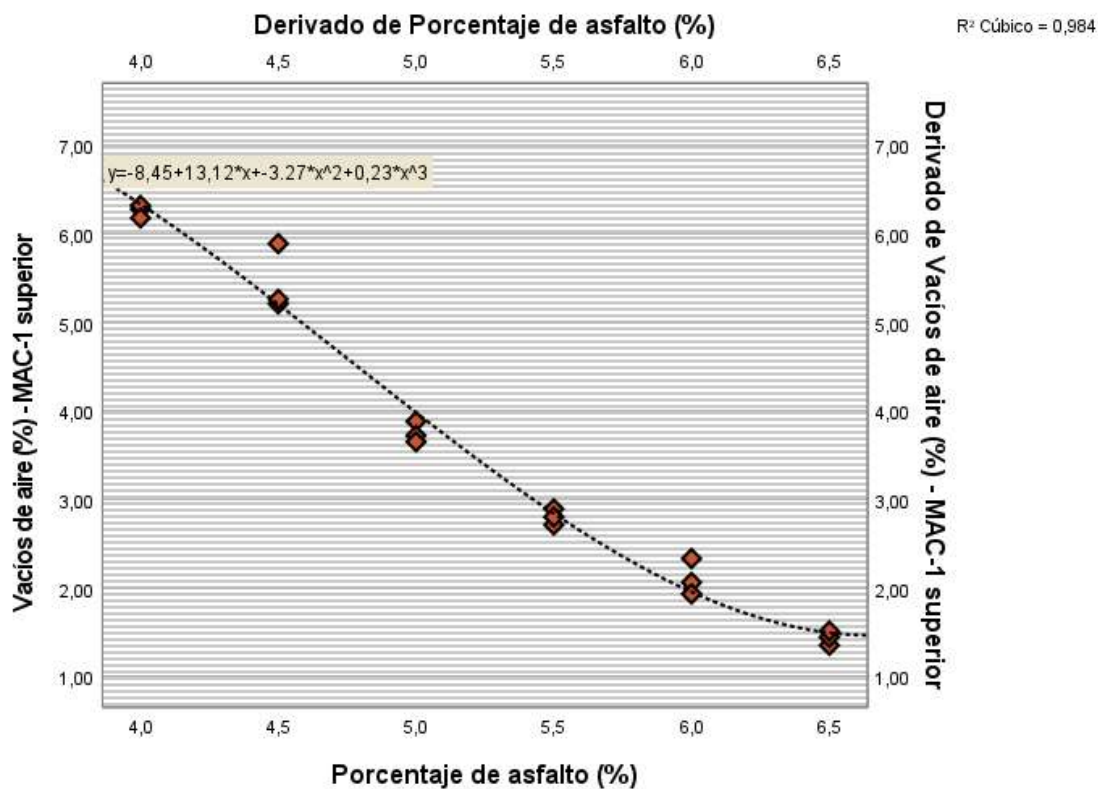


Diagrama de burbujas para porcentaje de vacíos de aire (%)

En el siguiente diagrama estadístico se aprecia la gráfica de burbujas con la línea de ajuste y su respectiva ecuación resultante del análisis de la distribución normal entre los diferentes porcentajes de asfalto y el porcentaje de vacíos de aire, observando un comportamiento inversamente proporcional entre las variables con un R2 igual 0.984.

	Porcentaje de asfalto (%)		Estadístico	Error estándar
Estabilidad (kg) - MAC-1 superior	4,0	Media	793,9800	18,69755
		95% de intervalo de confianza para la media	713,5309	
		Límite inferior	874,4291	
		Límite superior		
		Media recortada al 5%		
		Mediana	798,7100	
		Varianza	1048,795	
		Desviación estándar	32,38511	
		Mínimo	759,49	
		Máximo	823,74	
		Rango	64,25	
		Rango intercuartil		
		Asimetría	-,643	1,225
		Curtosis		
	4,5	Media	913,1100	24,77428
		95% de intervalo de confianza para la media	806,5149	
		Límite inferior	1019,7051	
		Límite superior		
		Media recortada al 5%		
		Mediana	909,4800	
		Varianza	1841,295	
		Desviación estándar	42,91031	
		Mínimo	872,13	
		Máximo	957,72	
		Rango	85,59	
		Rango intercuartil		
		Asimetría	,378	1,225
		Curtosis		
	5,0	Media	1000,0000	38,51195
		95% de intervalo de confianza para la media	834,2965	
		Límite inferior	1165,7035	
		Límite superior		
		Media recortada al 5%		
		Mediana	971,8200	
		Varianza	4449,511	
		Desviación estándar	66,70465	
		Mínimo	952,01	
		Máximo	1076,17	
		Rango	124,16	
		Rango intercuartil		
		Asimetría	1,562	1,225
		Curtosis		
	5,5	Media	1114,5500	10,01162
		95% de intervalo de confianza para la media	1071,4735	
		Límite inferior	1157,6265	
		Límite superior		
		Media recortada al 5%		
		Mediana	1113,7000	
		Varianza	300,697	
		Desviación estándar	17,34063	

Estabiliad

▪ Detallado estadístico:

En el siguiente esquema estadístico se presentan los detallados resultantes de los datos registrados de estabilidad, resultante del ensayo de Marshall, para el diseño MAC-1 de límite superior ante distintos porcentajes de asfalto en 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5%.

Tabla 14.90.

Detallado estadístico para estabilidad (kg)

6,0	Mínimo		1097,65	
	Máximo		1132,30	
	Rango		34,65	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		,220	1,225
	Curtosis		.	
	Media		1020,6867	19,63182
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	936,2178	
		Límite superior	1105,1556	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		1022,1400	
	Varianza		1156,225	
	Desviación estándar		34,00330	
	Mínimo		985,98	
	Máximo		1053,94	
	Rango		67,96	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-,192	1,225
	Curtosis		.	
6,5	Media		841,1867	12,64783
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	786,7675	
		Límite superior	895,6059	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		843,6800	
	Varianza		479,903	
	Desviación estándar		21,90668	
	Mínimo		818,14	
	Máximo		861,74	
	Rango		43,60	
	Rango intercuartil		.	
	Asimetría		-,506	1,225
	Curtosis		.	

▪ Distribución paramétrica:

Para determinar la distribución de los resultados de la estabilidad para el diseño MAC-1 de límite superior se plantean las siguientes hipótesis:

H₀ (Hipótesis nula): Los resultados de estabilidad para el diseño MAC-1 de límite superior ante la variación del porcentaje de asfalto pertenecen a una distribución normal.

H_a (Hipótesis alterna): Los resultados de estabilidad para el diseño MAC-1 de límite superior ante la variación del porcentaje de asfalto no pertenecen a una distribución normal.

En el siguiente esquema estadístico se obtiene que los datos pertenecen a una distribución normal, bajo la interpretación estadística que señala un análisis por Shapiro-Wilk para grados de libertad igual a 3, donde todas las significancias son mayores al máximo establecido de 0,05 como valor de referencia. Para la variable dependiente “Estabilidad” en función de la variable independiente “Porcentaje de asfalto”.

Tabla 14.91.

Distribución paramétrica para estabilidad (kg)

	Porcentaje de asfalto (%)	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Estabilidad (kg) - MAC-1 superior	4,0	,225	3	.	,984	3	,758
	4,5	,200	3	.	,995	3	,860
	5,0	,330	3	.	,866	3	,285
	5,5	,186	3	.	,998	3	,919
	6,0	,184	3	.	,999	3	,929
	6,5	,212	3	.	,990	3	,811

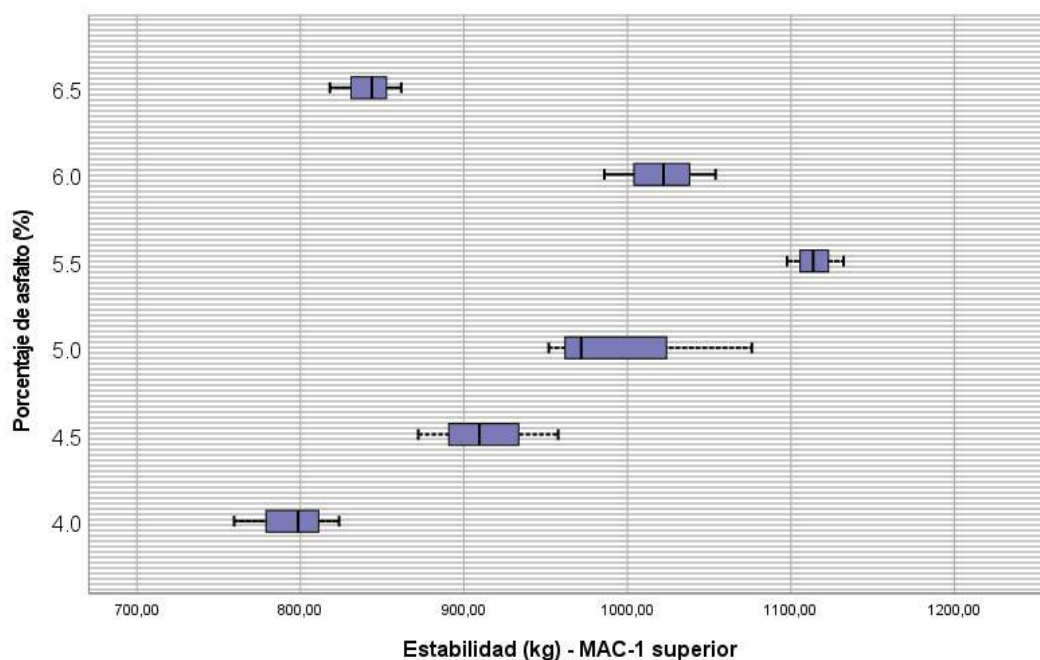
a. Corrección de significación de Lilliefors

■ Gráfica de cajas:

En el siguiente diagrama estadístico se aprecia la dispersión para los resultados de estabilidad para el diseño MAC-1 de límite superior ante la variación del porcentaje de asfalto, observando que se cumple con una dispersión dentro de sus rangos.

Figura 14.79.

Gráfica de cajas para estabilidad (kg)



▪ **Prueba bivariada Pearson:**

Para la distribución de datos normal de los resultados de estabilidad para el diseño MAC-1 de límite superior ante la variación del porcentaje de asfalto se realiza la prueba bivariada por Pearson, obteniendo en el siguiente esquema estadístico que el valor de la correlación por Pearson es de 0.629 lo que nos indica que la correlación entre la variable dependiente “Estabilidad” en función de la variable independiente “Porcentaje de asfalto” es positiva moderada.

Tabla 14.92.

Prueba bivariada para estabilidad (kg)

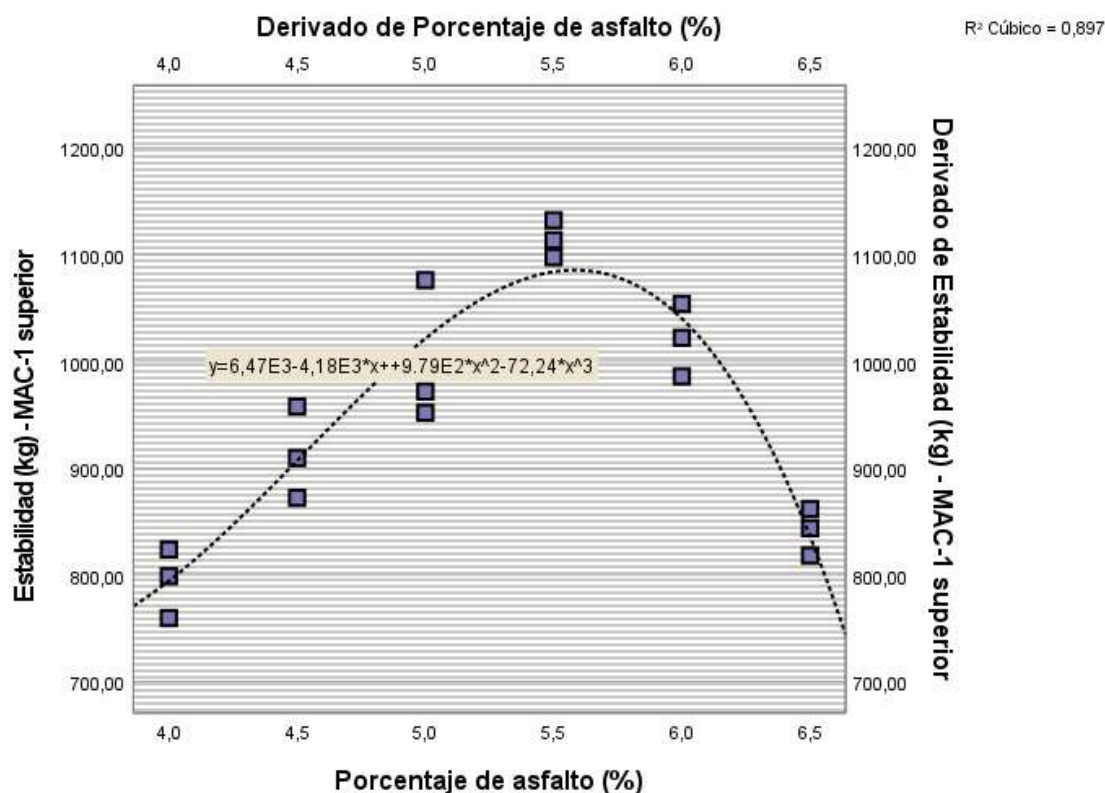
		Porcentaje de asfalto (%)	Estabilidad (kg) - MAC-1 superior
Porcentaje de asfalto (%)	Correlación de Pearson	1	,629
	Sig. (bilateral)		,125
	N	18	18
Estabilidad (kg) - MAC-1 superior	Correlación de Pearson	,629	1
	Sig. (bilateral)	,125	
	N	18	18

■ Diagrama de burbujas:

En el siguiente diagrama estadístico se aprecia la gráfica de burbujas con la línea de ajuste y su respectiva ecuación resultante del análisis de la distribución normal entre los diferentes porcentajes de asfalto y la estabilidad, observando un comportamiento parabólico entre las variables con un R^2 igual 0.897.

Figura 14.80.

Diagrama de burbujas para estabilidad (kg)



Flujo

▪ Detallado estadístico:

	Porcentaje de asfalto (%)		Estadístico	Error estándar
Flujo (mm) - MAC-1 superior	4,0	Media	2,2400	,07767
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	
			1,9058 2,5742	
		Media recortada al 5%	.	
		Mediana	2,2800	
		Varianza	,018	
		Desviación estándar	,13454	
		Mínimo	2,09	
		Máximo	2,35	
		Rango	,26	
		Rango intercuartil	.	
		Asimetría	-1,220	1,225
		Curtosis	.	
	4,5	Media	2,2467	,16231
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	
			1,5483 2,9450	
		Media recortada al 5%	.	
		Mediana	2,1100	
		Varianza	,079	
		Desviación estándar	,28113	
		Mínimo	2,06	
		Máximo	2,57	
		Rango	,51	
		Rango intercuartil	.	
		Asimetría	1,671	1,225
		Curtosis	.	
	5,0	Media	2,8167	,03528
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	
			2,6649 2,9684	
		Media recortada al 5%	.	
		Mediana	2,8300	
		Varianza	,004	
		Desviación estándar	,06110	
		Mínimo	2,75	
		Máximo	2,87	
		Rango	,12	
		Rango intercuartil	.	
		Asimetría	-,935	1,225
		Curtosis	.	
	5,5	Media	3,1433	,03712
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	
			2,9836 3,3030	
		Media recortada al 5%	.	
		Mediana	3,1700	
		Varianza	,004	
		Desviación estándar	,06429	
		Mínimo	3,07	
		Máximo	3,19	
		Rango	,12	
		Rango intercuartil	.	
		Asimetría	-1,545	1,225
		Curtosis	.	
	6,0	Media	3,9867	,13593

En el siguiente esquema estadístico se presentan los detallados resultantes de los datos registrados de flujo, resultante del ensayo de Marshall, para el diseño MAC-1 de límite superior ante distintos porcentajes de asfalto en 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5%.

Tabla 14.93.

Detallado estadístico para flujo (mm)

6,5	95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	3,4018	
			Límite superior	4,5715	
	Media recortada al 5%			.	
	Mediana			3,9700	
	Varianza			,055	
	Desviación estándar			,23544	
	Mínimo			3,76	
	Máximo			4,23	
	Rango			,47	
	Rango intercuartil			.	
	Asimetría			,317	1,225
	Curtosis			.	.
	Media			4,0733	,08876
	95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	3,6914	
			Límite superior	4,4552	
	Media recortada al 5%			.	
	Mediana			4,0000	
	Varianza			,024	
	Desviación estándar			,15373	
	Mínimo			3,97	
	Máximo			4,25	
	Rango			,28	
	Rango intercuartil			.	
	Asimetría			1,658	1,225
	Curtosis			.	.

▪ **Distribución paramétrica:**

Para determinar la distribución de los resultados de flujo para el diseño MAC-1 de límite superior se plantean las siguientes hipótesis:

H₀ (Hipótesis nula): Los resultados de flujo para el diseño MAC-1 de límite superior ante la variación del porcentaje de asfalto pertenecen a una distribución normal.

H_a (Hipótesis alterna): Los resultados de flujo para el diseño MAC-1 de límite superior ante la variación del porcentaje de asfalto no pertenecen a una distribución normal.

En el siguiente esquema estadístico se obtiene que los datos pertenecen a una distribución normal, bajo la interpretación estadística que señala un análisis por Shapiro-Wilk para grados de libertad igual a 3, donde todas las significancias son mayores al máximo establecido de 0,05 como valor de referencia. Para la variable dependiente “Flujo” en función de la variable independiente “Porcentaje de asfalto”.

Tabla 14.94.

Distribución paramétrica para flujo (mm)

	Porcentaje de asfalto (%)	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Flujo (mm) - MAC-1 superior	4,0	,284	3	.	,934	3	,503
	4,5	,353	3	.	,823	3	,170
	5,0	,253	3	.	,964	3	,637
	5,5	,328	3	.	,871	3	,298
	6,0	,195	3	.	,996	3	,883
	6,5	,350	3	.	,829	3	,187

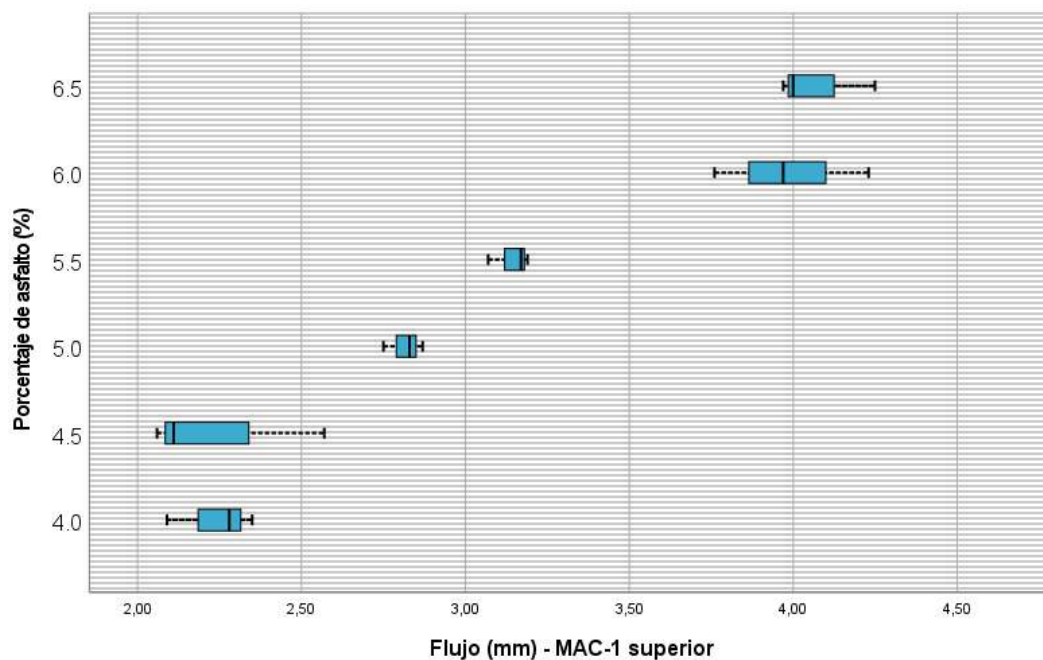
a. Corrección de significación de Lilliefors

■ Gráfica de cajas:

En el siguiente diagrama estadístico se aprecia la dispersión para los resultados de flujo para el diseño MAC-1 de límite superior ante la variación del porcentaje de asfalto, observando que se cumple con una dispersión dentro de sus rangos.

Figura 14.81.

Gráfica de cajas para flujo (mm)



▪ Prueba bivariada Pearson:

Para la distribución de datos normal de los resultados de flujo para el diseño MAC-1 de límite superior ante la variación del porcentaje de asfalto se realiza la prueba bivariada por Pearson, obteniendo en el siguiente esquema estadístico que el valor de la correlación por Pearson es de 0.953 lo que nos indica que la correlación entre la variable dependiente “Flujo” en función de la variable independiente “Porcentaje de asfalto” es positiva muy alta.

Tabla 14.95:

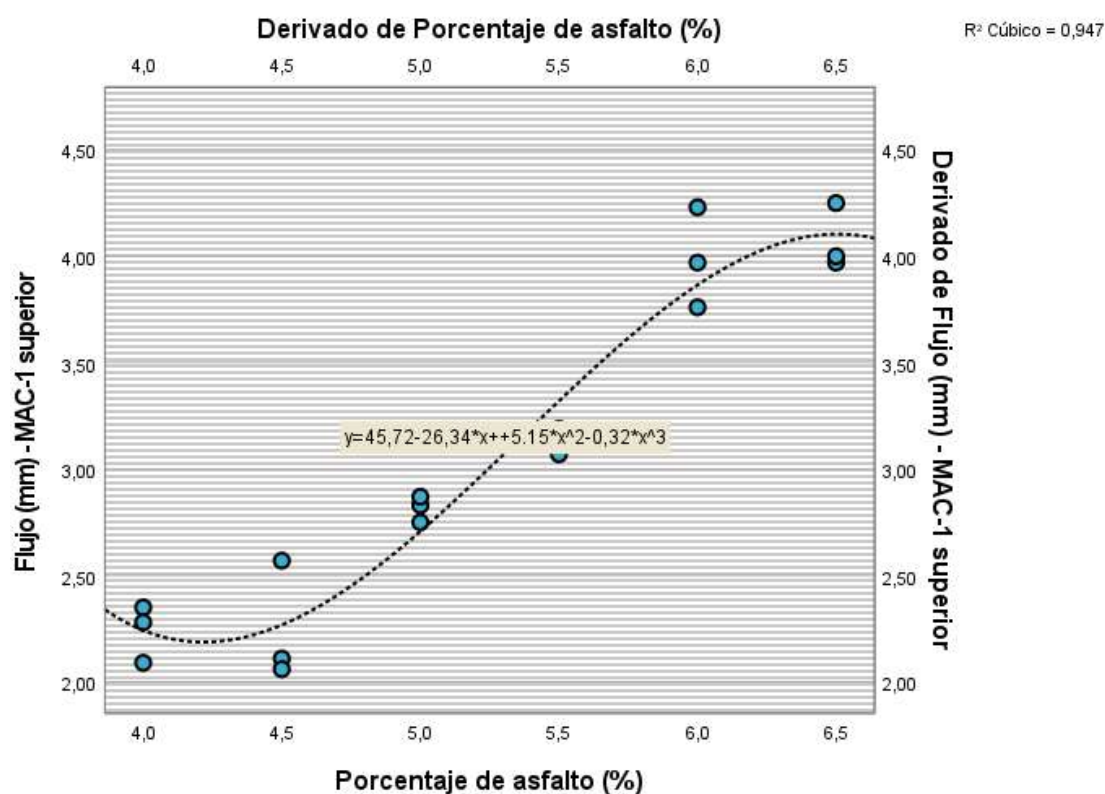
Prueba bivariada para flujo (mm)

		Porcentaje de asfalto (%)	Flujo (mm) - MAC-1 superior
Porcentaje de asfalto (%)	Correlación de Pearson	1	,953**
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	18	18
Flujo (mm) - MAC-1 superior	Correlación de Pearson	,953**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
	N	18	18

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

▪ Diagrama de burbujas:

En el siguiente diagrama estadístico se aprecia la gráfica de burbujas con la línea de ajuste y su respectiva ecuación resultante del análisis de la distribución normal entre los diferentes porcentajes de asfalto y el flujo, observando un comportamiento directamente proporcional entre las variables con un R^2 igual 0.947.



Coeficiente de fricción

▪ Detallado estadístico:

En el siguiente esquema estadístico se presentan los detallados resultantes de los datos registrados de coeficiente de fricción, resultante del ensayo de péndulo británico, para el diseño MAC-1 de los límites inferior, medio y superior

Tabla 14.96:*Detallado estadístico para coeficiente de fricción (%)*

<i>Tipo MAC-1</i>				<i>Estadístico</i>	<i>Error estándar</i>
<i>Coeficiente de fricción (%)</i>	<i>MAC-1 inferior</i>	<i>Media</i>		,8517	,00415
		<i>95% de intervalo de confianza para la media</i>	<i>Límite inferior</i>	,8432	
			<i>Límite superior</i>	,8602	
		<i>Media recortada al 5%</i>		,8519	
		<i>Mediana</i>		,8550	
		<i>Varianza</i>		,001	
		<i>Desviación estándar</i>		,02276	
		<i>Mínimo</i>		,81	
		<i>Máximo</i>		,89	
		<i>Rango</i>		,08	
		<i>Rango intercuartil</i>		,04	
		<i>Asimetría</i>		-,239	,427
		<i>Curtosis</i>		-1,254	,833
	<i>MAC-1 medio</i>	<i>Media</i>		,8757	,00389
		<i>95% de intervalo de confianza para la media</i>	<i>Límite inferior</i>	,8677	
			<i>Límite superior</i>	,8836	
		<i>Media recortada al 5%</i>		,8757	
		<i>Mediana</i>		,8700	
		<i>Varianza</i>		,000	
		<i>Desviación estándar</i>		,02128	
		<i>Mínimo</i>		,84	
		<i>Máximo</i>		,91	
		<i>Rango</i>		,07	
		<i>Rango intercuartil</i>		,03	
		<i>Asimetría</i>		,062	,427
		<i>Curtosis</i>		-1,072	,833
	<i>MAC-1 superior</i>	<i>Media</i>		,8933	,00461
		<i>95% de intervalo de confianza para la media</i>	<i>Límite inferior</i>	,8839	
			<i>Límite superior</i>	,9028	
		<i>Media recortada al 5%</i>		,8937	
		<i>Mediana</i>		,8900	
		<i>Varianza</i>		,001	
		<i>Desviación estándar</i>		,02523	
		<i>Mínimo</i>		,85	
		<i>Máximo</i>		,93	
		<i>Rango</i>		,08	
		<i>Rango intercuartil</i>		,03	
		<i>Asimetría</i>		-,101	,427
		<i>Curtosis</i>		-,999	,833

▪ **Distribución paramétrica:**

Para determinar la distribución de los resultados de coeficiente de fricción para el diseño MAC-1 se plantean las siguientes hipótesis:

H_0 (Hipótesis nula): Los resultados de coeficiente de fricción para el diseño MAC-1 ante los límites inferior, medio y superior pertenecen a una distribución normal.

H_a (Hipótesis alterna): Los resultados de coeficiente de fricción para el diseño MAC-1 ante los límites inferior, medio y superior no pertenecen a una distribución normal.

En el siguiente esquema estadístico se obtiene que los datos no pertenecen a una distribución normal, bajo la interpretación estadística que señala un análisis por Shapiro-Wilk para grados de libertad igual a 30, donde una de las significancias es menor al máximo establecido de 0,05 como valor de referencia. Para la variable dependiente “Coeficiente de fricción” en función de la variable independiente “Límite MAC-1”.

Tabla 14.97:

Distribución paramétrica para coeficiente de fricción (%)

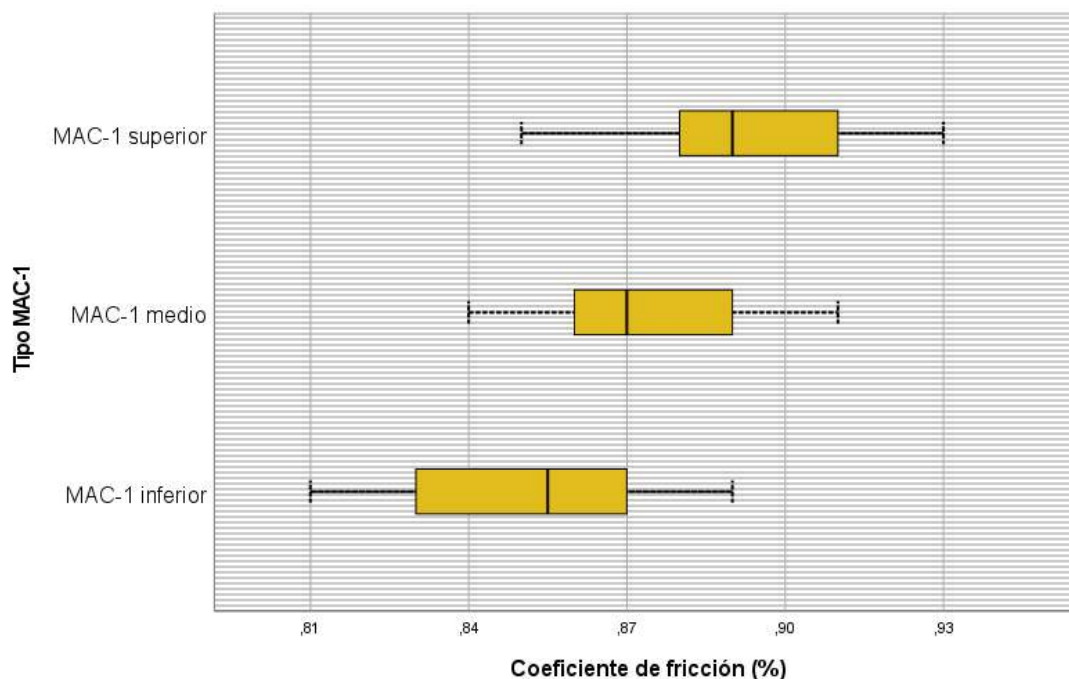
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Coeficiente de fricción (%)	MAC-1 inferior	,190	30	,007	,920	30	,027
	MAC-1 medio	,138	30	,148	,945	30	,122
	MAC-1 superior	,112	30	,200*	,937	30	,075

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

▪ **Gráfica de cajas:**

En el siguiente diagrama estadístico se aprecia la dispersión para los resultados de coeficiente de fricción para el diseño MAC-1 de límite superior ante los límites inferior, medio y superior, observando que se cumple con una dispersión dentro de sus rangos.

Figura 14.82.*Gráfica de cajas para coeficiente de fricción (%)*

- **Prueba bivariada Rho de Spearman:**

Para los resultados, que no pertenecen a una distribución de datos normal, de coeficiente de fricción para el diseño MAC-1 ante los límites inferior, medio y superior se realiza la prueba bivariada por Rho de Spearman, obteniendo en el siguiente esquema estadístico que el valor de la correlación por Rho de Spearman es de 0.657 lo que nos indica que la correlación entre la variable dependiente “Coeficiente de fricción” en función de la variable independiente “Límite MAC-1” es positiva moderada.

Tabla 14.98:

Prueba bivariada para coeficiente de fricción (%)

			Tipo MAC-1	Coeficiente de fricción (%)
Rho de Spearman	Tipo MAC-1	Coeficiente de correlación	1,000	,657**
		Sig. (bilateral)		<.001
		N	90	90
	Coeficiente de fricción (%)	Coeficiente de correlación	,657**	1,000
		Sig. (bilateral)	<.001	
		N	90	90

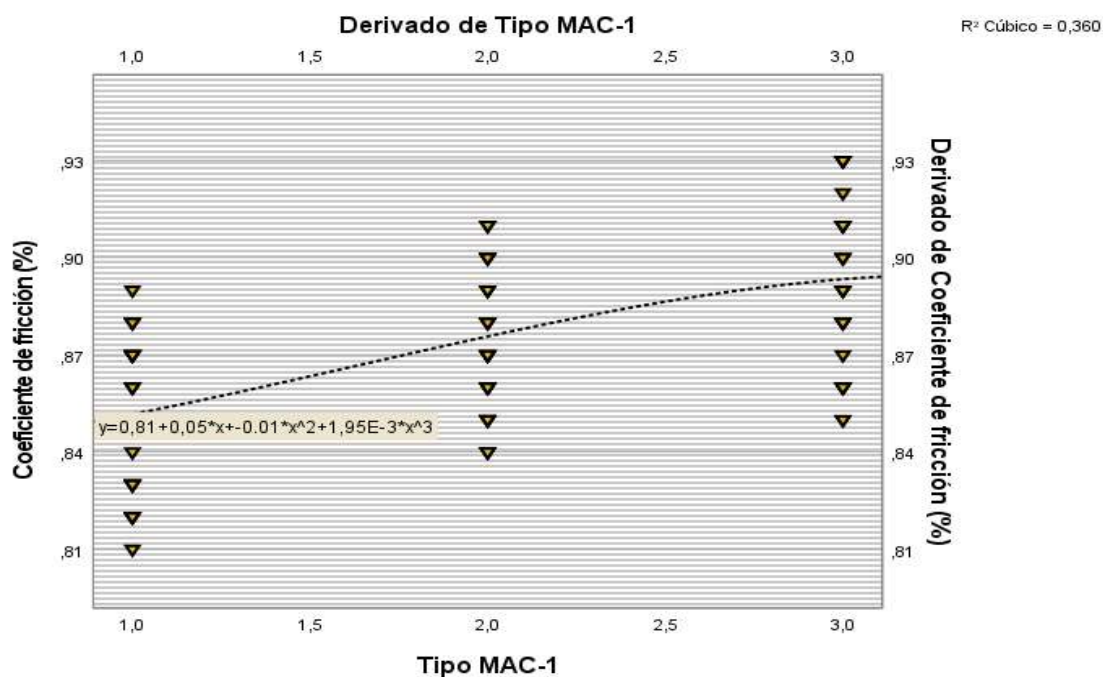
** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

■ Diagrama de burbujas:

En el siguiente diagrama estadístico se aprecia la gráfica de burbujas con la línea de ajuste y su respectiva ecuación resultante del análisis de los resultados que no pertenecen a una distribución normal, entre los límites del MAC-1 y el coeficiente de fricción, observando un comportamiento directamente proporcional entre las variables con un R^2 igual 0.360.

Figura 14.83.

Diagrama de burbujas para coeficiente de fricción (%)



CAPITULO V. DISCUSIONES

Discusión general

Se planteó como objetivo general en determinar el valor óptimo de combinación granulométrica y asfalto al 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6%, 6.5% para fines de mejora del comportamiento de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles, según (Sequeira Rojas, y otros, 2014) muestra la Tabla 4. Donde ilustra los resultados, en el cual se establecen los valores máximos y mínimos de cada uno de los parámetros de la mezcla asfáltica del rango para determinar el óptimo contenido de asfalto. De ello puede observar que, para el caso del ejemplo expuesto, existen incumplimientos en los parámetros de contenido de vacíos y VFA, lo cual limitaría al rango óptimo contenido de asfalto, pero el segundo tratamiento cumple con los máximos y mínimos de los límites; por lo tanto, el contenido óptimo de asfalto es de 5.75 % de asfalto, por lo que se refiere a la presente investigación se obtuvo un contenido óptimo de asfalto que se encuentran entre los porcentaje de; 5 % y 6% de dosificación de asfalto para todos los diseños propuestos; así mismo, los resultados obtenidos en la presente investigación de óptimo contenido de asfalto OCA presentan una aproximación con los resultados de OCA de Sequeira y Cervantes.

Discusión específica 1

Se planteó como primer objetivo específico determinar las características físicas mecánicas del agregado de la cantera sacra familia con fines de verificación del cumplimiento normativo, según Marcelo, P. (2019), en el capítulo de las conclusiones presenta los resultados de las propiedades físicas de los agregados de la cantera familia sacra, donde menciona que los agregados de la cantera mencionada son aptos para el uso y la fabricación de concreto de buena calidad. En la presente investigación se realizó los ensayos de las propiedades físicas de la misma cantera, pero para una mezcla asfáltica en caliente; asimismo, es importante mencionar que los ensayos realizados se desarrollaron con guía del manual de ensayos de materiales; además, se debe agregar que los resultados cumplen con los requerimientos de las especificaciones técnicas; por ello se afirma que, que los agregados de la cantera sacra familia cumple con las especificaciones para trabajar dentro de una mezcla asfáltica.

Discusión específica 2

Se propuso como segundo objetivo específico de evaluar el efecto de las combinaciones de distribución granulométrica MAC1, MAC2, MAC3 con fines de superar el valor de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles, según (Sequeira Rojas, y otros, 2014) en su primera tabla argumenta la importancia de clasificar con los parámetros típicos como la distribución granulométrica de diseño en la metodología Marshall, donde menciona que, los parámetros Marshall se adecuan a las solicitaciones de tránsito que experimentará la carretera; sin embargo, los parámetros no varían de acuerdo con el tráfico esperado, sino con el uso que se le vaya a dar a la mezcla, diferenciando entre bacheo en rutas con tratamiento superficial, o con capas y sobre capas asfálticas; en cuanto a la presente investigación se evaluó las distribuciones granulométricas de MAC1, MAC2, MAC3 con fines de encontrar una resistencia al deslizamiento de un pavimento flexible.

Discusión específica 3

Se propuso como tercer objetivo específico evaluar el efecto del porcentaje de asfalto al 4%, 4.5 %, 5%, 5.5%, 6.0%, y 6.5% con fines de superar el valor de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles, según Rondon et al. (2007) presenta la tabla N° 5 donde se muestra los resultados de un asfalto convencional con dosificación desde 5 % hasta 7.5 % de asfalto mostrando el valor más alto de 1881.16 kg con 6.5 % de dosificación cloruro de vinilo (PVC), y el valor más alto de 1251.5 kg con 6 % de dosificación de polietileno de alta densidad (PEAD) y poliestireno (PS); de igual forma, se presentan las propiedades de la mezcla asfáltica, por otra parte, para el presente diseño MAC -1 con límite superior se determinó un óptimo contenido de asfalto (OCA) 5.5 %, para el diseño MAC-1 límite medio se determinó un óptimo contenido de asfalto de 5.63% y por ultimo para el diseño MAC-1 límite inferior se determinó un óptimo contenido de asfalto de 5.71% de asfalto, para un diseño MAC-2 con límite superior se determinó un óptimo contenido de asfalto (OCA) 5.41 %, para el diseño MAC-2 límite medio se determinó un óptimo contenido de asfalto de 5.47% y por ultimo para el diseño MAC-2 límite inferior se determinó un óptimo contenido de asfalto de 5.54% de asfalto. y para un diseño MAC-3, se tiene el diseño MAC -3 con límite superior con un óptimo contenido de asfalto (OCA) 5.17

%, para el diseño MAC-3 límite medio se determinó un óptimo contenido de asfalto de 5.28 % y por ultimo para el diseño MAC-3 límite inferior se determinó un óptimo contenido de asfalto de 5.43% de asfalto en la presenta investigación se evalúa las propiedades de la mezcla asfáltica del PEN 120-150, por lo tanto, los resultados obtenidos en esta investigación tienen una cercanía en los valores de los resultados de Rondón et al. (2007).

Discusión específica 4

Se propuso como cuarto objetivo específico de establecer el valor óptimo de resistencia al deslizamiento en base a las combinaciones granulométricas y porcentajes de asfalto, según (Morales Minaya, 2022) se puede observar los coeficiente de fricción de dos pistas en los cuadros de la fig. 80 que las diferencias entre los valores hallados en los tramos de cada tipo de mezcla asfáltica, ya que en el Tramo de Prueba los valores varían entre 0.60 a 0.80 en la pista N° 1 y de 0.75 a 0.90 en la pista N° 2; y en cuanto a los resultados obtenidos del pavimento con mezcla asfáltica tradicional varían entre 0.60 a 0.85 en la pista N° 1 y entre 0.65 a 0.80 en la pista N° 2 sin embargo el la presenta investigación se trabajó una mezcla asfáltica convencional y en los resultados del coeficiente de resistencia al deslizamiento (CRD) se encuentran entre los valores de 0.73 CRD y 0.89; por lo tanto, los valores determinados obtenidos concuerdan con los resultados de Morales Minaya.

De acuerdo a Mundaca, J. (2019), en sus ensayos realizados referente a resistencia al deslizamiento en las 10 vías evaluadas presenta un análisis granulométrico que se ajusta a la gradación de MAC 1 que se tiene establecido en la norma del MTC, es ahí donde se tiene el mayor resultado de 0.57 de (CRD), teniendo un contenido de asfalto de 3.88%, sin embargo en nuestra investigación se tiene un (CRD) de 0.89 en el tipo de MAC 1, con un porcentaje de OCA de 5.5%, esta variación se puede dar por el aspecto climatológico debido a que los estudios se realizaron a diferentes altitudes sobre el nivel del mar.

CONCLUSIONES

▪ Conclusión general

En conclusión, el valor óptimo de combinación granulométrica y asfalto se encuentra entre el rango de 5 %, hasta 6%, es ahí donde se evidencia que los valores de resistencia al deslizamiento obtenido son superiores al 0.45, es importante mencionar que para todos los diseños MAC-1, MAC-2 y MAC-3 con límites superior, medio e inferior, los valores obtenidos se encuentran dentro de los parámetros exigidos por las especificaciones de la normativa.

▪ Conclusión específica 1

Se concluye que las características físicas mecánicas del agregado de la cantera sacra familia son óptimas para el uso de mezclas asfálticas, toda vez, que cumplen con las especificaciones técnicas de los agregados ensayados, el peso específico de la arena natural es de 2.62 gr./cm³, peso específico de la arena chancada presenta 2.60 gr/cm³; asimismo, los ensayos del agregado de ¾ son; el peso específico con 1.93 gr/cm³, absorción de 1.51 %, desgaste por absorción de los ángeles es de 20 %, caras fracturadas presenta 93.78 % de fractura de una cara, y el ensayo de chatas alargadas presenta 17 % de aplanamiento y 19 % de alargamiento; del mismo modo, los ensayos del agregado de ½ tiene un peso específico de 1.77 gr/cm³, una absorción de 1.72 %, desgaste por absorción de los ángeles es de 26 %, caras fracturadas presenta 92.80 % de fractura de una cara y el ensayo de chatas alargadas presenta 15 % de aplanamiento y 21% de alargamiento; de manera que, los agregados de la cantera sacra familia cumple con los especificaciones de los agregados para mezcla asfáltica.

▪ Conclusión específica 2

Se concluye que evaluando el efecto de las combinaciones de distribución granulométrica MAC1, MAC2, MAC3 con fines de superar el valor de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles. se determinó las siguientes combinaciones para un diseño MAC-1 con límite superior una combinación de agregado de ¾' con 25 %, de agregado de ½' con 15 %, arena natural 30 %, arena chancada 29 % y 1 % de filler, para un diseño MAC-1 con límite medio se determinó una combinación de agregado de ¾' con 20 %, de agregado de ½' con 22 %, arena natural 27 %, y

arena chancada 30 % y 1 % de filler y para un diseño MAC-1 con límite inferior se determinó una combinación de agregado de $\frac{3}{4}$ ' con 30 %, de agregado de $\frac{1}{2}$ ' con 20 %, arena natural 26 %, arena chancada 23 % y 1 % de filler; de la misma manera , los diseños para MAC-2 fueron MAC-2 con límite superior una combinación de agregado de $\frac{1}{2}$ ' con 23 %, arena natural 41 %, arena chancada 35 % y 1 % de filler, para un diseño MAC-2 con limite medio se determinó una combinación de agregado de $\frac{1}{2}$ ' con 28 %, arena natural 36 %, arena chancada 35 % y 1 % de filler y para un diseño MAC-2 con límite inferior se determinó una combinación de agregado de $\frac{1}{2}$ ' con 40 %, arena natural 29 %, arena chancada 30 % y 1 % de filler; también, los diseños para MAC-3 fueron, MAC-3 con límite superior una combinación de arena natural 30 %, arena chancada 69 % y 1 % de filler, para un diseño MAC-3 con limite medio se determinó una combinación de arena natural 10 %, arena chancada 89 % y 1 % de filler y para un diseño MAC-3 con límite inferior se determinó una combinación de arena natural 13 %, arena chancada 86 % y 1 % de filler, habría que decir, también que las combinaciones de agregados cumplen con las especificaciones y usos granulométricos garantizando una mezcla asfáltica con buenas propiedades.

▪ Conclusión específica 3

De manera que, el efecto del porcentaje de asfalto al 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6.0%, y 6.5% con fines de superar el valor de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles. Se infiere que, el valor optimo del contenido de asfalto del diseño MAC, se determinó en base a las propiedades de la mezcla asfáltica siendo para un diseño MAC -1 con límite superior se determinó un óptimo contenido de asfalto (OCA) 5.5 %, para el diseño MAC-1 limite medio se determinó un óptimo contenido de asfalto de 5.63% y por ultimo para el diseño MAC-1 límite inferior se determinó un óptimo contenido de asfalto de 5.71% de asfalto, para un diseño MAC-2, se tiene el diseño MAC -2 con límite superior se determinó un óptimo contenido de asfalto (OCA) 5.41 %, para el diseño MAC-2 limite medio se determinó un óptimo contenido de asfalto de 5.47% y por ultimo para el diseño MAC-2 límite inferior se determinó un óptimo contenido de asfalto de 5.54% de asfalto. y para un diseño MAC-3, se tiene el diseño MAC -3 con límite superior se determinó un óptimo contenido de asfalto (OCA) 5.17 %, para el diseño MAC-3 limite medio se determinó un óptimo contenido de asfalto de 5.28 % y por último para el diseño MAC-3 límite inferior se determinó un óptimo contenido de asfalto de 5.43% de asfalto. Por lo tanto, las combinaciones con

límites superiores presentan menor porcentaje de asfalto y los límites inferiores presentan mayor contenido de asfalto.

▪ **Conclusión específica 4**

Se concluye que la resistencia al deslizamiento en base a las combinaciones granulométricas y porcentajes de asfalto fueron para un diseño de MAC-1 se determinó tres valores siendo el diseño MAC-1 con límite superior obteniendo 0.89 de coeficiente a la resistencia al deslizamiento, para el diseño MAC-1 con límite medio se obtuvo 0.87 de coeficiente a la resistencia al deslizamiento, y para un diseño MAC-1 con límite inferior se obtuvo 0.84, y para un diseño MAC-2 se determinó tres valores siendo el primer diseño MAC-2 con límite superior obteniendo 0.82 de coeficiente a la resistencia al deslizamiento, y para el diseño MAC-2 con límite medio se obtuvo 0.80 de coeficiente a la resistencia al deslizamiento, y para un diseño MAC-2 con límite inferior se obtuvo 0.78 de coeficiente a la resistencia al deslizamiento, y por último el diseño MAC-3 se determinó tres valores siendo el primer diseño MAC-3 con límite superior obteniendo 0.76 de coeficiente a la resistencia al deslizamiento, y para el diseño MAC-3 con límite medio se obtuvo 0.74 de coeficiente a la resistencia al deslizamiento, y para un diseño MAC-3 con límite inferior se obtuvo 0.73 de coeficiente a la resistencia al deslizamiento; por esto, se puede decir que el diseño MAC-1 con límite superior tiene los valores más altos del coeficiente al deslizamiento, y el diseño MAC-3 presenta los valores los valores con menos coeficiente de fricción.

RECOMENDACIONES

▪ recomendación general

se recomienda utilizar un porcentaje óptimo de asfalto en el rango de 5.10 % y 5.75 % de asfalto PEN 120-150 para un diseño MAC; toda vez que con estos porcentajes de asfalto y con los agregados de la cantera sacra familia de la región Pasco presentan las propiedades optimas según los resultados y las especificaciones de la metodología Marshall.

▪ recomendación específica 1

se sugiere realizar los ensayos de caracterización de los materiales pétreos cumpliendo con los procedimientos del manual de ensayo del ministerio de comunicaciones y transporte, asimismo, cumplir con el manual de carreteras y especificaciones técnicas generales para la construcción; es así, que se van a tener resultados más exactos y válidos para tomar decisiones en la construcción de un pavimento.

▪ recomendación específica 2

se recomienda realizar un diseño de mezclas asfáltica de tipo MAC-1, MAC-2 y MAC -3 con la tecnología superpave. La tecnología superpave es un método muy completo y muy exacto, donde se evalúa el comportamiento de la mezcla asfáltica a lo largo del tiempo, de tal manera se realicen los ensayos de resistencia al deslizamiento, sin embargo, cabe mencionar que es una tecnología muy cara económicamente dado que solo algunos países tienen acceso a esta tecnología toda vez que su precio es muy elevado.

▪ recomendación específica 3

se sugiere realizar los ensayos con los moldes fabricados con equipos de compactación, El compactador giratorio GYROTRONIC se utiliza para reproducir las condiciones reales de compactación en la pavimentación de vías terrestres. Se replica en laboratorio la acción en campo del Rodillo Compactador, utilizando el mismo ángulo giratorio sobre la carpeta asfáltica y con presiones verticales de compactación que llegan hasta 1000 kPa para muestras cilíndricas de 6” (150 mm) y hasta 1500 kPa para muestras de 4” (100 mm), toda vez, que en el método Marshall

existe perdidas de muestra por manipulación de probetas; así mismo, la pérdida de muestra alteraría los resultados de los ensayos.

▪ **recomendación específica 4**

Se recomienda realizar el ensayo de círculo de arena; toda vez, que para conocer las condiciones un pavimento asfáltico MAC, también se debe conocer la textura tanto micro textura y macro textura del pavimento lo que nos permite conocer el ensayo círculo de arena el ensayo consiste en extender 50 cm³ arena Ottawa sobre el pavimento y extender con un círculo de caucho y medir el diámetro hasta donde se puede extender la arena sin que el círculo de caucho tenga rozamiento con el pavimento.

Es importante realizar el mismo procedimiento y análisis de la presente investigación, pero con el cemento asfáltico modificado, de tal forma se vea y se compare los resultados de resistencia al deslizamiento en condiciones húmedas en el pavimento.

Para dar continuidad a la investigación es importante trabajar con los mismos procedimientos para zonas cálidas, dado que esta investigación se ha desarrollado para zonas frías.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AIPCR. (1995).** *Experimento Internacional AIPCR de comparación y armonización de las medidas de textura y resistencia al deslizamiento.* España y Bélgica.
- Barraza Eléspuru, Giuliana. 2023.** *Resistencia al deslizamiento en pavimentos flexibles: propuesta de norma peruana.* lima - Peru : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2023.
- Cárdenas Sánchez, Ramiro Alfonso. 2019.** *Análisis de la resistencia al deslizamiento en mezclas mdc-19-13, utilizando agregados de la región de tunja.* tunja : universidad pedagógica y tecnológica de colombia, facultad de ingeniería, escuela de posgrados, 2019.
- Daniela Acosta Jaramillo¹, Laura Camila Fandiño Rodríguez², Crithian Camilo Amariles López³. 2020.** *Determinación de resistencia al deslizamiento de pavimento interno en concreto asfáltico natural tramo K0+490 del condominio El Cortijo, Valle del Cauca.* valle del cauca - colombia : Universidad Libre Seccional Pereira, 2020.
- Fleites Aparicio, Leonardo. 2017.** *Resistencia al deslizamiento y textura superficial en pavimentos flexibles en la carretera rural Santa Clara - Manicaragua.* Santa Clara : universidad central “marta abreu” de las villas facultad de construcciones departamento de ingeniería civil, 2017.
- Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos, Baptista Lucio, María del Pilar (2014).** *Metodología de la investigación (6° ed.)*
- Hugo Alexander Rondón Quintana, Édgar Rodríguez Rincón , Luis Ángel Moreno Anselmi (2007).** “Resistencia mecánica evaluada en el ensayo marshall de mezclas densas en caliente elaboradas con asfaltos modificados con desechos de policloruro de vinilo (pvc), polietileno de alta densidad (pead) y poliestireno (ps), Rev. ing. univ. Medellín vol.6 no.11 Medellín julio/dic. 2007
- Marcelo Gondra, Peter Denis. 2019.** *Analisis de las propiedades físicas mecanicas de los agregados extraídos de las canteras "Cochamarca y Sacra familia" y su influencia en la resistencia a la compresion de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en la provincia y region de Pasco-2019.* Universidad Daniel Alcides Carrion, Cerro de Pasco- Peru : 2019.
- Mejia Mejia, Elias . 2005.** *metodología de la investigación científica, universidad nacional mayor de san marcos, facultad de educación unidad de post grado 2005.*
- Minaya Gonzales, Silene y Ordoñez Huaman Abel 2001.** *manual de laboratorio ensayos para pavimento volumen i, universidad nacional de ingenieria, lima peru 2001.*

- Morales Minaya, Sergio Juan Carlos. 2022.** *Metodos de la medicion de la textura de la carpeta asfaltica para hallar la incidencia en el riego de accidentes.* Universidad Ricardo Palma, Lima-Peru : 2022.
- MTC, Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2013.** *manual de especificacione tecnicas de la construccion de carreteras.* lima-peru : ministerio de transportes y comunicaciones, 2013.
- Mundaca Cordova, Julio Cesar. 2019.** *Evaluación del coeficiente de fricción del pavimento en 10 vías rápidas en arequipa usando el péndulo de fricción británico trrl.* arequipa – perú : universidad nacional de san agustín de arequipa - facultad de ingeniería civil - escuela profesional de ingeniería civil, 2019.
- Noticias de la region Pasco. 2023.** *Accidente de tránsito deja daños materiales en la ruta Cerro de Pasco - Huariaca.* 2023.
- R H Ariyapijati, S P Hadiwardoyo R J Sumabrata. 2018.** *Skid resistance of gap graded hot-mix asphalt with added crumb rubber.* indonesia : Journal of Physics: Conference Series, 2018.
- Ramiro Alfonso, Cárdenas Sánchez. 2019.** *Análisis de la resistencia al deslizamiento en mezclas mdc-19-13, utilizando agregados de la región de tunja.* tunja : universidad pedagógica y tecnológica de colombia, facultad de ingeniería, escuela de posgrados, 2019.
- Sequeira Rojas Wendy, Cervantes Calvo Víctor. 2014.** *Consistencia de los diseños de mezcla según la metodología marshall.* lanamme, universidad de costa rica. 2014.
- T.F. Fwa. 2017.** *Determinación de la resistencia al deslizamiento para la gestión del pavimento y la seguridad vial en condiciones húmedas.* Revista Internacional de Ciencia y Tecnología del Transporte 6 (2017).
- Wu, Z., Abadie, C.** *Laboratory and field evaluation of asphalt pavement surface friction resistance.* Front. Struct. Civ. Eng. 12, 372–381 (2018).

ANEXOS

ANEXO N° 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	METODOLOGIA
Problema General	Objetivo General	Hipotesis General	<p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Tipo: Explicativo</p> <p>Nivel: Correlacional</p> <p>Diseño: Experimental Puro</p> <p>Muestra: No Probabilístico</p> <p>Estadística: Análisis de Varianza</p>
¿Cómo la no determinación del valor óptimo de combinación granulométrica y asfalto al 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5% no permite mejorar el comportamiento de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles?	Determinar el valor óptimo de combinación granulométrica y asfalto al 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5% para fines de mejora del comportamiento de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles.	La determinación del valor óptimo de combinación granulométrica y asfalto al 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5% permitirá mejorar el comportamiento de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles.	
Problema General	Objetivo General	Hipotesis General	
¿Cómo la falta de determinación de las características físicas mecánicas del agregado de la cantera sacra familia no permite realizar la verificación del cumplimiento normativo?	Determinar las características físicas mecánicas del agregado de la cantera sacra familia con fines de verificación del cumplimiento normativo.	La determinación de las características físicas mecánicas del agregado de la cantera sacra familia permitirá la verificación del cumplimiento normativo.	
¿De qué manera el efecto de las combinaciones de distribución granulométrica MAC1, MAC2, MAC3 incide para superar el valor de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles?	Evaluar el efecto de las combinaciones de distribución granulométrica MAC1, MAC2, MAC3 con fines de superar el valor de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles.	Las combinaciones de distribución granulométrica MAC1, MAC2, MAC3 incidirá para superar el valor de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles.	
¿En qué medida el efecto del porcentaje de asfalto al 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6.0% y 6.5% incide para superar el valor de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles?	Evaluar el efecto del porcentaje de asfalto al 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5% con fines de superar el valor de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles.	El porcentaje de asfalto al 4%, 4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5% incidirá para superar el valor de resistencia al deslizamiento de 0.45 en pavimentos flexibles.	
¿Cuál es el valor óptimo de resistencia al deslizamiento en base a las combinaciones granulométricas y porcentajes de asfalto?	Establecer el valor óptimo de resistencia al deslizamiento en base a las combinaciones granulométricas y porcentajes de asfalto.	El valor óptimo de resistencia al deslizamiento será alto en base a las combinaciones granulométricas y porcentajes de asfalto.	

ANEXO 2 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

“DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES”

Tabla 22.1. OPERACIONALIZACION DE VARIABLE

VARIABLES	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	UNIDAD	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICION	TECNICAS E INSTRUMENTOS
VARIABLE INDEPENDIENTE: VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO	Los porcentajes optimos de la mezcla asfaltica estan comprendidas por la distribucion granulometrica del agregado que corresponde a los porcentajes en peso retenido de los agregados de la mezcla y el contenido de asfalto al porcentaje en peso respecto al peso total de la mezcla.	Curva granulometrica	MAC-1	%	Cuantitativa	Razon Continua	MTC E - 504
			MAC-2	%			
			MAC-3	%			
		Porcentaje del cemento asfaltico en peso	4	%			
			4.5	%			
			5	%			
			5.5	%			
			6	%			
			6.5	%			
VARIABLE DEPENDIENTE: RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTO FLEXIBLE	La resistencia al deslizamiento tambien denominado friccion superficial es la fuerza desarrollada en el interfaz neumatico pavimento, que resiste al deslizamiento de los neumaticos cuando se aplican los frenos de los vehiculos.	Resistencia al deslizamiento	Coficiente de Resistencia al Deslizamiento	SN/Skid Number/	Cuantitativa	Razon Continua	Norma: ASTM E 303; MTC E 1004

Fuente: elaboración propia

ANEXO 3 CONSENTIMIENTO INFORMADO

ANEXO 2

Consentimiento informado

"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

Huánuco, 22 de mayo del 2023

CARTA N° 001-2023-SFL/BACH. ING. CIVIL

Señores,
Ing. Nils Edwing, CAPOS LAZARO
Gerente de la Empresa: SARGENSAF

Presente. -

Asunto : Solicito permiso para el desarrollo de investigación.

De mi especial consideración:

Es grato dirigirme a usted para saludarle muy cordialmente a nombre propio y hacer de su conocimiento lo siguiente:

Que teniendo planteado como propuesta el proyecto de tesis denominado: **"Determinación Del Valor Optimo De Combinación Granulométrica Y Asfalto Para Mejorar El Comportamiento De Resistencia Al Deslizamiento En Pavimentos Flexibles"**, solicito por este medio **PERMISO** para poder realizar las tomas de muestra de los agregados de su cantera de sacra familia, para poder desarrollar la presente propuesta de investigación.

Esperando ser atendido en la brevedad posible me suscribo de usted, no sin antes desearle éxito en su gestión.

Atentamente,


Simeón, FUERO LOPEZ
DNI: 73354758



ANEXO 4 INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Variable 1: **Valor óptimo de combinación granulométrica y asfalto**

Variable 2: **Resistencia al deslizamiento en pavimentos flexibles**

LOS INSTRUMENTOS DE LABORATORIO EMPLEADOS FUERON DE ACUERDO A LO ESTABLECIDO EN LA NORMA DEL MTC, SIENDO LO SIGUIENTES:

DESCRIPCION	INSTRUMENTOS CONSIDERADO EN LA NORMA
Caracterización de Agregado Grueso	NORMA DEL MTC
Durabilidad	MTC E 209
Ángeles	MTC E 207
Adherencia	MTC E 517
Índice de Durabilidad	MTC E 214
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791
Caras Fracturadas	MTC E 210
Sales solubles Totales	MTC E 219
Absorción	MTC E 206
Caracterización de Agregado Fino	NORMA DEL MTC
Equivalente de Arena	MTC E 114
Angularidad de agregado fino	MTC E 222
Azul de Metileno	AASTHO TP 57
Índice de Plasticidad	MTC E 111
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209
Índice de Durabilidad	MTC E 214
Sales solubles Totales	MTC E 219
Absorción	MTC E 205
Mezcla de Concreto Bituminoso	NORMA DEL MTC
Diseño por el método Marshall	MTC E 504
Ensayo de Resistencia al Deslizamiento del Pavimento	NORMA DEL MTC
Coeficiente de Resistencia al Deslizamiento	MTC E 1004

ANEXO 5 VALIDACION DE LOS INSTRUMENTOS

GEOLAB EQUIPOS S.A.C
RUC 20606348402

Equipos para Laboratorio de
suelos, concreto y asfaltos

INFORME DE CALIBRACION

LT - 012 – 2022

Expediente: 009-2022

Fecha de Emisión: 2022-01-15

Página: 1 de 3

SOLICITANTE : COLDFIX E.I.R.L.
Dirección : Cal. San Gregorio nro. 228 Huancayo

DESCRIPCION DEL EQUIPO : ESTUFA
Marca : NO INDICA
Modelo : HR001
Serie : 520
Capacidad del Equipo : 87 L
Indicación : DIGITAL
Marca pirómetro : THOLZ
Modelo pirómetro : MDH
Temperatura Calibra : 110 °C

LUGAR DE CALIBRACION
Instalaciones de COLDFIX E.I.R.L.

METODO DE CALIBRACION

La Calibración se realizó según el procedimiento de calibración PC-018
"Procedimiento de Calibración para medios isotérmicos usando aire
Como medio conductor"

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

GEOLAB EQUIPOS S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

TRAZABILIDAD

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT-075-2021	SISTEMA INTERNACIONAL
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT-041-2021	

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	17.1 °C	17.4 °C
HUMEDAD RELATIVA	48%	49%

CONCLUSIONES

La estufa se encuentra dentro de los rangos $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ para la realización de los ensayos de Laboratorio según la norma ASTM

OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color celeste indicando el número del informe y la fecha de la calibración.


Carlos E. Ramírez Mendieta
LABORANTE

INFORME DE CALIBRACION N° LT-012-2022

Página : 2 de 3

CALIBRACION PARA 110 °C

Tiempo hh:mm	Indicador del Equipo °C	Temperaturas convencionalmente verdaderas expresadas en °C										T. Prom. °C	Δ Tmax °C
		Posicion 1	Posicion 2	Posicion 3	Posicion 4	Posicion 5	Posicion 6	Posicion 7	Posicion 8	Posicion 9	Posicion 10		
00:00	113,2	113,1	114,8	114,4	115,6	114,4	111,3	110,7	110,8	111,7	114,7	113,2	4,8
00:02	111,5	111,2	113,1	112,9	115,2	112,3	109,5	109,4	110,4	109,5	113,2	111,7	5,7
00:04	109,8	108,6	110,8	110,5	112,9	112,1	107,4	107,8	108,0	107,6	110,9	109,6	5,4
00:06	107,6	107,2	110,0	110,1	110,9	109,5	106,3	105,8	105,7	105,6	109,4	108,0	5,2
00:08	109,9	108,5	110,8	111,1	112,3	111,9	108,7	106,5	107,1	107,1	110,9	109,5	5,8
00:10	110,4	109,9	112,1	111,4	113,9	112,2	109,3	108,0	109,0	108,3	113,1	110,7	5,9
00:12	112,6	111,3	113,6	112,8	114,7	113,3	112,5	109,2	109,8	110,7	113,9	112,2	5,4
00:14	113,2	113,1	114,8	114,4	115,6	114,4	111,3	110,7	110,8	111,7	114,7	113,2	4,8
00:16	111,5	111,2	113,1	112,9	115,2	112,3	109,5	109,4	110,4	109,5	113,2	111,7	5,7
00:18	109,8	108,6	110,8	110,5	112,9	112,1	107,4	107,8	108,0	107,6	110,9	109,6	5,4
00:20	107,6	107,2	110,0	110,1	110,9	109,5	106,3	105,8	105,7	105,6	109,4	108,0	5,2
00:22	109,9	108,5	110,8	111,1	112,3	111,9	108,7	106,5	107,1	107,1	110,9	109,5	5,8
00:24	110,4	109,9	112,1	111,4	113,9	112,2	109,3	108,0	109,0	108,3	113,1	110,7	5,9
00:26	112,6	111,3	113,6	112,8	114,7	113,3	112,5	109,2	109,8	110,7	113,9	112,2	5,4
00:28	113,2	113,1	114,8	114,4	115,6	114,4	111,3	110,7	110,8	111,7	114,7	113,2	4,8
00:30	111,5	111,2	113,1	112,9	115,2	112,3	109,5	109,4	110,4	109,5	113,2	111,7	5,7
00:32	109,8	108,6	110,8	110,5	112,9	112,1	107,4	107,8	108,0	107,6	110,9	109,6	5,4
00:34	107,6	107,2	110,0	110,1	110,9	109,5	106,3	105,8	105,7	105,6	109,4	108,0	5,2
00:36	109,9	108,5	110,8	111,1	112,3	111,9	108,7	106,5	107,1	107,1	110,9	109,5	5,8
00:38	110,4	109,9	112,1	111,4	113,9	112,2	109,3	108,0	109,0	108,3	113,1	110,7	5,9
00:40	112,6	111,3	113,6	112,8	114,7	113,3	112,5	109,2	109,8	110,7	113,9	112,2	5,4
00:42	113,2	113,1	114,8	114,4	115,6	114,4	111,3	110,7	110,8	111,7	114,7	113,2	4,8
00:44	111,5	111,2	113,1	112,9	115,2	112,3	109,5	109,4	110,4	109,5	113,2	111,7	5,7
00:46	109,8	108,6	110,8	110,5	112,9	112,1	107,4	107,8	108,0	107,6	110,9	109,6	5,4
00:48	107,6	107,2	110,0	110,1	110,9	109,5	106,3	105,8	105,7	105,6	109,4	108,0	5,2
00:50	109,9	108,5	110,8	111,1	112,3	111,9	108,7	106,5	107,1	107,1	110,9	109,5	5,8
00:52	110,4	109,9	112,1	111,4	113,9	112,2	109,3	108,0	109,0	108,3	113,1	110,7	5,9
00:54	112,6	111,3	113,6	112,8	114,7	113,3	112,5	109,2	109,8	110,7	113,9	112,2	5,4
00:56	113,2	113,1	114,8	114,4	115,6	114,4	111,3	110,7	110,8	111,7	114,7	113,2	4,8
00:58	111,5	111,2	113,1	112,9	115,2	112,3	109,5	109,4	110,4	109,5	113,2	111,7	5,7
01:00	109,8	108,6	110,8	110,5	112,9	112,1	107,4	107,8	108,0	107,6	110,9	109,6	5,4
T. Promedio		110,1	112,2	112,0	113,7	112,3	109,3	108,3	108,8	108,7	112,4	Temperatura Promedio General (°C)	
T. Maximo		113,1	114,8	114,4	115,6	114,4	112,5	110,7	110,8	111,7	114,7		
T. Minimo		107,2	110,0	110,1	110,9	109,5	106,3	105,8	105,7	105,6	109,4		
DTT		5,9	4,8	4,4	4,7	5,0	6,2	5,0	5,1	6,1	5,3	110,8	

Parametro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida °C
Maxima Temperatura Medida	115,6	0,3
Minima Temperatura Medida	105,6	0,2
Desviacion de Temperatura en el Espacio	6,2	0,1
Desviacion de Temperatura en el Tiempo	5,4	0,1
Estabilidad Media (±)	3,08	0,04
Uniformidad Media	5,9	0,1

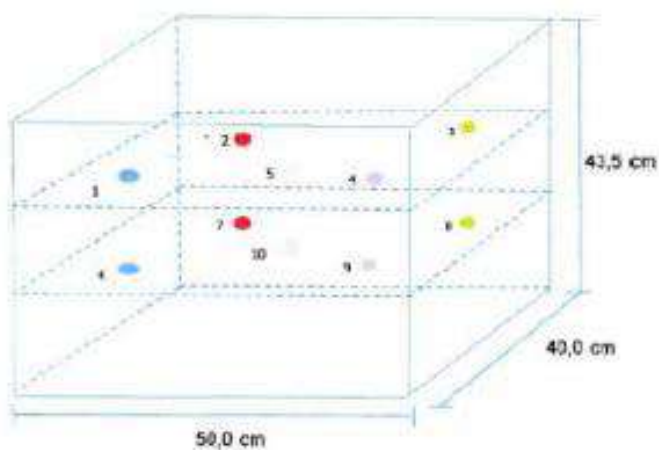
Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%


Carlos E. Ramirez Mendieta
LABORANTE (Firma)

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demás sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura mas alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la partilla más baja.


Carlos E. Ramírez Mendíez
COORDINADOR

INFORME DE CALIBRACION

LF - 005 – 2022

Expediente: 013-2022

Fecha de Emisión: 2022-01-17

Página: 1 de 2

SOLICITANTE : COLDFIX E.I.R.L.
Dirección : Cal. San Gregorio nro. 228 Huancayo

DESCRIPCION DEL EQUIPO :	CELDA DE CARGA Y PESAS PARA CORTE DIRECTO
Marca :	NO INDICA
Modelo de Corte Directo :	AT001
Serie de Corte Directo :	1452
Marca de Celda :	KELI
Modelo de Celda :	A-FED
Serie de Celda :	SP036154
Capacidad de Celda :	500 Kg
Marca de Indicador :	HIGH WEIGHT
Modelo Indicador :	315-x2
Serie de Indicador :	084022

LUGAR DE CALIBRACION

Instalaciones de COLDFIX E.I.R.L.

METODO DE CALIBRACION

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4

TRAZABILIDAD

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDURCERS	INF – LE – 012- 2021	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	AEP TRANSDURCERS	INF – LE – 012- 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	18.1 °C	18.4 °C
HUMEDAD RELATIVA	48%	49%

RESULTADOS DE LA MEDICION

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color celeste indicando el número del informe y la fecha de la calibración.


Carlos E. Ramírez Mendieta
GERENTE TÉCNICO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

GEOLAB EQUIPOS S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

INFORME DE CALIBRACION Nº LF-005-2022

Página : 2 de 2

TABLA Nº 1

SISTEMA DIGITAL "A" Kgf	SERIE DE VERIFICACION (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	502,60	503,50	-0,52	-0,70	503,05	-0,61	-0,18
1000	1006,05	1005,05	-0,60	-0,50	1005,55	-0,55	0,10
1500	1503,95	1501,10	-0,26	-0,07	1502,53	-0,17	0,19
2000	2001,15	2000,50	-0,06	-0,03	2000,83	-0,04	0,03
2500	2497,45	2504,15	0,10	-0,17	2500,80	-0,03	-0,27
3000	2996,15	2996,45	0,13	0,12	2996,30	0,12	-0,01
3500	3493,30	3493,05	0,19	0,20	3493,18	0,20	0,01
4000	3985,24	3984,75	0,37	0,38	3985,00	0,36	0,01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- 1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$

- 2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

- 3.- Coeficiente Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 1,0049x - 9,5241$

PESAS DE CORTE DIRECTO

IDENTIFICACIÓN	VALOR NOMINAL g	VALOR DETERMINADO g	CORRECCION g
A1	500	512,0	-12,0
A2	500	510,0	-10,0
B1	1000	1020,0	-20,0
B2	1000	1024,0	-24,0
C1	2000	2030,0	-30,0
C2	2000	2033,0	-33,0
D1	4000	4062,0	-62,0
D2	4000	4069,0	-69,0


Carlos E. Riquelme Mendez
SECRETARÍA GENERAL

INFORME DE CALIBRACION

LL - 006 – 2022

Expediente: 014-2022

Fecha de Emisión: 2022-01-17

Página: 1 de 2

SOLICITANTE : COLDFIX E.I.R.L.
Dirección : Cal. San Gregorio nro. 228 Huancayo

DESCRIPCION DEL EQUIPO	COMPARADOR DE CUADRANTE
Tipo de Indicación	ANALOGIA
Alcance de Indicación	0 mm a 20 mm
División de Escala	0,01 mm
Marca	INSIZE
Modelo	NO INDICA
Serie	4B11148

LUGAR DE CALIBRACION

Instalaciones de COLDFIX E.I.R.L.

METODO DE CALIBRACION

La Calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia El procedimiento de calibración de Comparadores de cuadrante PC-014 (2da Edición 2001) del servicio nacional de metrología del INACAL - DM

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

GEOLAB EQUIPOS S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

TRAZABILIDAD

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
BLOQUES PLANOPARALELOS	INSIZE	LLA – C – 075- 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	18.1 °C	18.4 °C
HUMEDAD RELATIVA	48%	49%

OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color celeste indicando el número del informe y la fecha de la calibración.


Carlos E. Roldán Mendel
CARABAYO 2022-01-17

RESULTADOS

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_a)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
0,00	0,00	0,00
1,00	1,02	0,02
2,00	2,01	0,01
5,00	5,02	0,02
8,00	8,01	0,01
10,00	10,02	0,02
13,00	13,01	0,01
15,00	15,01	0,01
20,00	20,02	0,02
25,00	25,03	0,03

Alcance de error de indicación (f_a) : 0,03 mm
Incertidumbre del error de indicación : $\pm 3 \mu\text{m}$

ERROR DE REPETIBILIDAD (f_w)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (mm)
13,00	13,02	0,02
	13,01	0,01
	13,02	0,02
	13,01	0,01
	13,01	0,01

Error de Repetibilidad (f_w) : 0,02 mm
Incertidumbre de medición : $\pm 3 \mu\text{m}$

La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.


Carlos E. Ramírez Mesallera
Ingeniero Civil

INFORME DE CALIBRACION

LT - 012 – 2022

Expediente: 009-2022

Fecha de Emisión: 2022-01-15

Página: 1 de 3

SOLICITANTE : COLDPIX E.I.R.L.
Dirección : Cal. San Gregorio nro. 228 Huancayo

DESCRIPCION DEL EQUIPO : ESTUFA
Marca : NO INDICA
Modelo : HR001
Serie : 520
Capacidad del Equipo : 87 L
Indicación : DIGITAL
Marca pirómetro : THOLZ
Modelo pirómetro : MDH
Temperatura Calibra : 110 °C

LUGAR DE CALIBRACION

Instalaciones de COLDPIX E.I.R.L.

METODO DE CALIBRACION

La Calibración se realizó según el procedimiento de calibración PC-018
"Procedimiento de Calibración para medios isotérmicos usando aire
Como medio conductor"

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

GEOLAB EQUIPOS S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

TRAZABILIDAD

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT-075-2021	SISTEMA INTERNACIONAL
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT-041-2021	

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	17.1 °C	17.4 °C
HUMEDAD RELATIVA	48%	49%

CONCLUSIONES

La estufa se encuentra dentro de los rangos 110 °C ± 5°C para la realización de los ensayos de Laboratorio según la norma ASTM

OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color celeste indicando el número del informe y la fecha de la calibración.


Carlos E. Ramirez Mendileta
Ingeniero en Física

ANEXO 6 RESULTADOS DE LABORATORIO



Cementos Asfálticos (NTP 321.051.2002)

ESPECIFICACIONES DE CEMENTOS ASFÁLTICOS

NOMBRE COMERCIAL				CEMENTO ASFÁLTICO 40/50 RELAPASA		CEMENTO ASFÁLTICO 60/70 RELAPASA		CEMENTO ASFÁLTICO 85/100 RELAPASA		CEMENTO ASFÁLTICO 120/150 RELAPASA		
PARÁMETROS		Métodos		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	
		NFP / ASTM	AASHTO									Otros
PENETRACION												
Penetración a 25°C, 100 g, 5s, 0.1 mm		D5	T49		40	50	60	70	85	100	120	150
DUCTILIDAD												
Ductilidad a 25°C, 5 cm/min, cm		D113	T51		100		100		100		100	
VOLATILIDAD												
Punto de Inflamación, °C		D92	T48		232		232		232		220	
Gravedad Específica a 15.6°C		D70	T228		Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
FLUIDEZ												
Punto de Ablandamiento, °C		D36			Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
Viscosidad cinemática a 100°C, cSt		D445			Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
Viscosidad cinemática a 135°C, cSt		D2170	T201		Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
SOLUBILIDAD												
Solubilidad en tricloroetileno, %m		D2042	T44		99.0		99.0		99.0		99.0	
ENSAYOS DE PELÍCULA FINA 3.2 mm, 163°C, 5 horas												
Pérdida por calentamiento, %m		D1754	T179			0.8		0.8		1.0		1.3
Penetración retenida, 100g, 5s, 0.1 mm, % del original		D5	T49		58		54		50		46	
Ductilidad del residuo a 25°C, 5 cm/min, cm		D113	T51				50		75		100	
OTROS												
Índice de Penetración				UNE 104-231	Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	
Ensayo de la Mancha (Spot Test) ^(Nota 1)			T102		Reportar		Reportar		Reportar		Reportar	

NTP: Norma Técnica Peruana

ASTM: American Society for Testing Materials

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials

Nota 1: El uso del Spot Test es opcional. Cuando sea especificado, se debe indicar el tipo de solvente utilizado en la determinación del ensayo: Nafta estándar, Nafta-xileno, Heptano-xileno y también en el caso de utilizar solventes con xileno, el porcentaje de xileno utilizado.

Juan Ernesto Tejada Díaz
JEFE DE LABORATORIO
COLDIFIX E.I.R.L.

Julio Adrián Rojas Poma
TÉCNICO DE LABORATORIO
COLDIFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TEMA DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

PROVINCIA HUANCAYO

CERTIFICADO: 2023-378

CLIENTE FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

TEMPERATURA 20° C

CANTERA Sacra Familia

FECHA: 01/06/2023

MUESTRA arena natural

ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS NATURAL

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	PROMEDIO
A	peso saturado superficialmente seco del agregado (P)	gr.	500	500	500	
B	peso de la fiola +agua hasta el nivel 500 ml	gr.	1289.87	1289.56	1292.82	
C	peso de la fiola +agua+Psss, (C=A+B)	gr.	1789.87	1789.56	1792.82	
D	peso de la fiola+Psss+agua hasta el nivel 500 ml.	gr.	1603.02	1603.02	1603.02	
E	volumen de masa+volumen de vacio, (E=C-D)	cm3	186.85	186.54	189.8	
F	peso del agregado natural (horno 110°C)	gr.	490.77	490.89	492.23	
G	volumen de la masa, G=E-(A-F)	cm3	177.62	177.43	182.03	
H	PESO ESPECIFICO BULK (base seca) H=F/E	gr./m3	2.63	2.63	2.59	2.62
I	PESO ESPECIFICO (base saturada) I=A/E	gr./m3	2.68	2.68	2.63	2.66
J	PESO ESPECIFICO APARENTE (base seca) J=F/G	gr./m3	2.76	2.77	2.70	2.74
K	ABSORCION $K=((A-F)/F)*100$	%	1.88	1.86	1.58	1.77


 Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.


 Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TEMA DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

PROVINCIA HUANCAYO **CERTIFICADO:** 2023-379

CLIENTE FUERO LÓPEZ, SIMEÓN **TEMPERATURA:** 20° C

CANTERA Sacra Familia **FECHA:** 01/06/2023

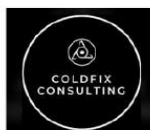
MUESTRA arena chancada

ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS CHANCADA

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	PROMEDIO
A	peso saturado superficialmente seco del agregado	gr.	500	500	500	
B	peso de la fiola +agua hasta el nivel 500 ml	gr.	1294.22	1293.16	1287.9	
C	peso de la fiola +agua+Psss, (C=A+B)	gr.	1794.22	1793.16	1787.9	
D	peso de la fiola+Psss+agua hasta el nivel 500 ml.	gr.	1603.02	1603.02	1603.02	
E	volumen de masa+volumen de vacio, (E=C-D)	cm3	191.2	190.14	184.88	
F	peso del agregado chancado (horno 110°C)	gr.	490.15	489.99	491.08	
G	volumen de la masa, G=E-(A-F)	cm3	181.35	180.13	175.96	
H	PESO ESPECIFICO BULK (base seca) H=F/E	gr./m3	2.56	2.58	2.66	2.60
I	PESO ESPECIFICO (base saturada) I=A/E	gr./m3	2.62	2.63	2.70	2.65
J	PESO ESPECIFICO APARENTE (base seca) J=F/G	gr./m3	2.70	2.72	2.79	2.74
K	ABSORCION K=((A-F)/F)*100	%	2.01	2.04	1.82	1.96


 Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.


 Julio Adrian Rojas Poma
 TECNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TEMA DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

PROVINCIA HUANCAYO

CERTIFICADO: 2023-380

CLIENTE FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

TEMPERATURA: 20° C

CANTERA Sacra Familia

FECHA: 01/06/2023

MUESTRA agregado de 3/4"

ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS CHANCADA

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	PROMEDIO
A	peso saturado superficialmente seco	gr.	3000	3000	3000	
B	peso saturado en agua	gr.	1499.54	1525.06	1382.6	
C	volumen de masa+volumen de vacio, C=A-B	gr.	1500.46	1474.94	1617.4	
D	peso del agregado (horno 110°C)	gr.	2957.99	2962.17	2946.06	
E	volumen de masa, (E=C-(A-D))	cm3	1458.45	1437.11	1563.46	
H	PESO ESPECIFICO BULK (base seca) F=D/C	gr./m3	1.97	2.01	1.82	1.93
I	PESO ESPECIFICO (base saturada) G=A/C	gr./m3	2.00	2.03	1.85	1.96
J	PESO ESPECIFICO APARENTE (base seca) H=D/E	gr./m3	2.03	2.06	1.88	1.99
K	ABSORCION I=((A-D)/D)*100	%	1.42	1.28	1.83	1.51

Juan Ernesto Tejada Diaz
 Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
 Julio Adrian Rojas Poma
 TECNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TEMA

DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

PROVINCIA HUANCAYO
CLIENTE FUERO LÓPEZ, SIMEÓN
CANTERA Sacra Familia
MUESTRA agregado de 1/2"

CERTIFICADO: 2023-381
TEMPERATURA: 20° C
FECHA: 01/06/2023

ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS CHANCADA

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	PROMEDIO
A	peso saturado superficialmente seco	gr.	3000	3000	3000	
B	peso saturado en agua	gr.	1378.81	1374.22	1248.3	
C	volumen de masa+volumen de vacio, C=A-B	gr.	1621.19	1625.78	1751.7	
D	peso del agregado (horno 110°C)	gr.	2947.64	2943.75	2956.85	
E	volumen de masa, (E=C-(A-D))	cm3	1568.83	1569.53	1708.55	
H	PESO ESPECIFICO BULK (base seca) F=D/C	gr./m3	1.82	1.81	1.69	1.77
I	PESO ESPECIFICO (base saturada) G=A/C	gr./m3	1.85	1.85	1.71	1.80
J	PESO ESPECIFICO APARENTE (base seca) H=D/E	gr./m3	1.88	1.88	1.73	1.83
K	ABSORCION I=((A-D)/D)*100	%	1.78	1.91	1.46	1.72


 Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.


 Julio Adrian Rojas Poma
 TECNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TEMA DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

PROVINCIA HUANCAYO **CERTIFICADO:** 2023-382

CLIENTE FUERO LÓPEZ, SIMEÓN **TEMPERATURA:** 20° C

CANTERA Sacra Familia **FECHA:** 01/06/2023

MUESTRA agregado de 3/4"

ABRASION LOS ANGELES AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS 3/4

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	PROMEDIO
A	peso del agregado inicial	gr.	5000	5000	5000	
B	peso del agregado final	gr.	3909.86	4092.06	3990.71	
c	DESGASTE ALA ABRASION LOS ANGELES $C = ((A-B)/A) * 100$	%	22%	18%	20%	20%

Juan Ernesto Tejada Diaz
 Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
 Julio Adrian Rojas Poma
 TECNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TEMA DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

PROVINCIA HUANCAYO **CERTIFICADO:** 2023-383

CLIENTE FUERO LÓPEZ, SIMEÓN **TEMPERATURA:** 20° C

CANTERA Sacra Familia **FECHA:** 01/06/2023

MUESTRA agregado de 1/2"

ABRASION LOS ANGELES AL DESGASTE DE LOS ANGELES AGREGADOS 1/2

ID	DESCRIPCION	UND	1	2	3	PROMEDIO
A	peso del agregado inicial	gr.	5000	5000	5000	
B	peso del agregado final	gr.	3915.37	3409.87	3757.59	
C	DESGASTE ALA ABRASION LOS ANGELES $C = ((A-B)/A) * 100$	%	22%	32%	25%	26%

Juan Ernesto Tejada Díaz
 Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
 Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TEMA: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

PROVINCIA: HUANCAYO

CERTIFICADO: 2023-384

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

TEMPERATURA: 20° C

CANTERA: Sacra Familia

FECHA: 01/06/2023

MUESTRA agregado de 1/2"

ENSAYO DE CARAS FRACTURADAS DE AGREGADO DE 1/2" (MTC E 210)

RETENIDO	PESO RET(gr)	PESO REDONDEADAS	1 CARA FRACTURADA	2 O MAS CARAS FRACTURADAS	% 1 CARA FRACTURADA	% 2 O MAS CARAS
1/2"	500	27	348	125	92.80	82.24

ECUACION DE PARTICULAS FRACTURADAS

$$P = \frac{F}{(F+n)} * 100$$

DONDE:

P = Porcentaje de particulas con el numero especificado de caras fracturadas.

F= Masa o cantidad de particulas fracturadas con al menos el numero especificado de caras fracturadas.

N= Masa o cantidad de particulas en la categoria de no fracturadas o que no entran el criterio de particula fracturada.

Observaciones:


Juan Ernesto Tejada Diaz
JEFE DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.


Julio Adrian Rojas Poma
TECNICO DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

TEMA: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES
PROVINCIA: HUANCAYO **CERTIFICADO:** 2023-388
CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN **TEMPERATURA:** 20° C
CANTERA: sacra familia **FECHA:** 01/06/2023
MUESTRA: M - 59

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS (MTC E 223)

		CHATAS					
		AGREGADO DE 3/4					
MUESTRA(g)	5000	Abertura	0	10 a 6.3	14 a 10	20 a 14	28 a 20
		Peso	4174	114	125	348	239
		Porcentaje	83%	2%	3%		5%
		I. Aplanamiento	17%				

		ALARGADAS					
		AGREGADO DE 3/4					
		Abertura	0	10 a 6.3	14 a 10	20 a 14	28 a 20
MUESTRA(g)	5000	Peso	4049	295	178	91	387
		Porcentaje	81%	6%	4%	2%	8%
		I. Alargamiento	19%				

Observaciones:

ECUACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS

$$\% PARTICULAS = \frac{\sum PROMEDIO}{\sum \% RET GRANU}$$


 Juan Ernesto Tejeda Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.L.R.L.


 Julio Adrián Rojas Pomá
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.L.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

TEMA: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES
PROVINCIA: HUANCAYO **CERTIFICADO:** 2023-387
CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN **TEMPERATURA:** 20° C
CANTERA: sacra familia **FECHA:** 01/06/2023
MUESTRA: M - 58

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS (MTC E 223)

		CHATAS					
		AGREGADO 1/2					
MUESTRA(g)	2000	Abertura	0	10 a 6.3	14 a 10	20 a 14	28 a 20
		Peso	1703	116	46	128	7
		Porcentaje	85%	6%	2%	6%	0%
		I. Aplanamiento	15%				

		ALARGADAS					
		AGREGADO 1/2					
		Abertura	0	10 a 6.3	14 a 10	20 a 14	28 a 20
MUESTRA(g)	2000	Peso	1572	45	107	151	125
		Porcentaje	79%	2%	5%	8%	6%
		I. Alargamiento	21%				

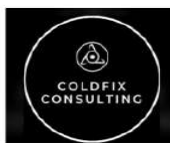
Observaciones:

ECUACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS

$$\% PARTICULAS = \frac{\sum PROMEDIO}{\sum \% RET GRANU}$$


 Juan Ernesto Tejeda Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.L.R.L.


 Julio Adrián Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.L.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

TEMA: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

PROVINCIA: HUANCAYO

CERTIFICADO: 2023-388

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

TEMPERATURA: 20° C

CANTERA: sacra familia

FECHA: 01/06/2023

MUESTRA: agregado de 3/4"

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS

(MTC E 223)

		CHATAS					
		MUESTRA 1- MATAHUASI					
		Abertura	0	10 a 6.3	14 a 10	20 a 14	28 a 20
MUESTRA(g)	5000	Peso	4174	114	125	348	239
		Porcentaje	83%	2%	3%		5%
		I. Aplanamiento	17%				

		ALARGADAS					
		MUESTRA 1- MATAHUASI					
		Abertura	0	10 a 6.3	14 a 10	20 a 14	28 a 20
MUESTRA(g)	5000	Peso	4049	295	178	91	387
		Porcentaje	81%	6%	4%	2%	8%
		I. Alargamiento	19%				

Observaciones:

ECUACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS

$$\% \text{ PARTICULAS} = \frac{\sum \text{PROMEDIO}}{\sum \% \text{ RET GRANU}}$$

Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TECNICO DE LABORATORIO
 GOLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO:

DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE:

FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

2023-425

MATERIAL:

ARENA CHANCADA

TEMPERATURA AMBIENTE:

20°C

MUESTRA:

MAC-1 LIMITE SUPERIOR

FECHA:

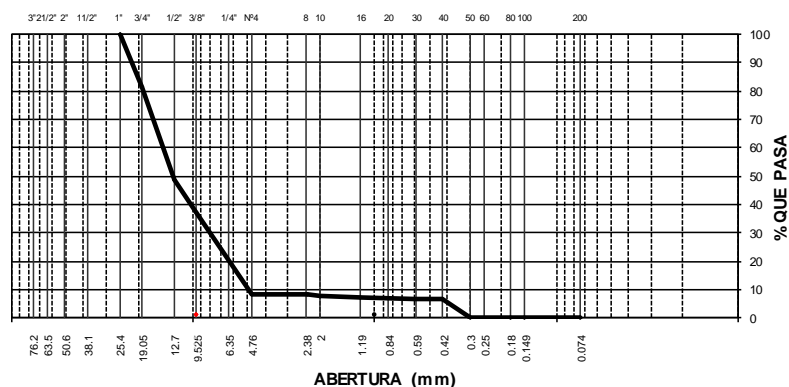
02/06/2022

ANALISIS GRANULOMETRIA DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

(MTC E 204)

ARENA CHANCADA					
Malla		Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa
Tamiz	mm.				
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	554.1	18.47	18.47	81.53
1/2"	12.700	984.3	32.81	51.28	48.72
3/8"	9.525	341.6	11.39	62.67	37.33
No4	4.760	870.7	29.02	91.69	8.31
8	2.360	8.1	0.27	91.96	8.04
10	2.000	10.2	0.34	92.30	7.70
16	1.190	15.0	0.50	92.80	7.20
30	0.600	16.0	0.53	93.33	6.67
40	0.420	4.4	0.15	93.48	6.52
50	0.300	195.6	6.52	100.00	0.00
80	0.180	0.0	0.00	100.00	0.00
100	0.149	0.0	0.00	100.00	0.00
200	0.074	0.0	0.00	100.00	0.00
< 200		0.0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE MUESTRA		3000.0	100.00		

CURVA GRANULOMETRICA



Juan Ernesto Tejada Díaz
 Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.L.R.L.

Julio Acuña Rojas Poma
 Julio Acuña Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.L.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO:

DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE:

FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

2023-426

MATERIAL:

ARENA CHANCADA

TEMPERATURA AMBIENTE:

20°C

MUESTRA:

MAC-1 LIMITE MEDIO

FECHA:

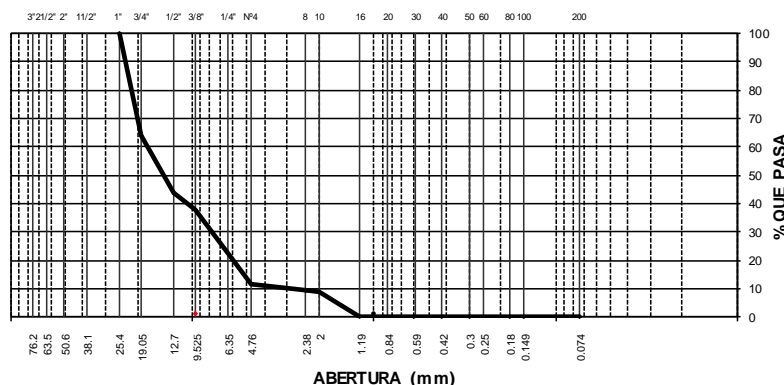
02/06/2022

ANALISIS GRANULOMETRIA DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

(MTC E 204)

ARENA CHANCADA					
Malla		Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa
Tamiz	mm.				
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	1084.0	36.13	36.13	63.87
1/2"	12.700	595.0	19.83	55.97	44.03
3/8"	9.525	189.0	6.30	62.27	37.73
No4	4.760	783.0	26.10	88.37	11.63
8	2.360	61.0	2.03	90.40	9.60
10	2.000	30.0	1.00	91.40	8.60
16	1.190	258.0	8.60	100.00	0.00
30	0.600	0.0	0.00	100.00	0.00
40	0.420	0.0	0.00	100.00	0.00
50	0.300	0.0	0.00	100.00	0.00
80	0.180	0.0	0.00	100.00	0.00
100	0.149	0.0	0.00	100.00	0.00
200	0.074	0.0	0.00	100.00	0.00
< 200		0.0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE MUESTRA		3000.0	100.00		

CURVA GRANULOMETRICA



Juan Ernesto Tejada Díaz
 Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.L.R.L.

Julio Acuña Rojas Poma
 Julio Acuña Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDFIX E.L.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN **2023-427**

MATERIAL: ARENA CHANCADA **TEMPERATURA AMBIENTE:** 20°C

MUESTRA: MAC-1 LIMITE INFERIOR **FECHA:** 02/06/2022

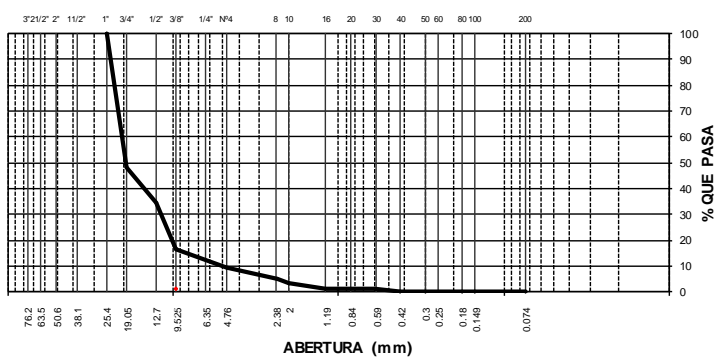
ANALISIS GRANULOMETRIA DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

(MTC E 204)

ARENA CHANCADA

Malla		Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa
Tamiz	mm.				
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	1547.0	51.57	51.57	48.43
1/2"	12.700	425.0	14.17	65.73	34.27
3/8"	9.525	536.0	17.87	83.60	16.40
No4	4.760	218.0	7.27	90.87	9.13
8	2.360	121.0	4.03	94.90	5.10
10	2.000	60.0	2.00	96.90	3.10
16	1.190	59.7	1.99	98.89	1.11
30	0.600	1.3	0.04	98.93	1.07
40	0.420	32.0	1.07	100.00	0.00
50	0.300	0.0	0.00	100.00	0.00
80	0.180	0.0	0.00	100.00	0.00
100	0.149	0.0	0.00	100.00	0.00
200	0.074	0.0	0.00	100.00	0.00
< 200		0.0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE MUESTRA		3000.0	100.00		

CURVA GRANULOMETRICA



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN 2023-428

MATERIAL: ARENA CHANCADA TEMPERATURA AMBIENTE 20°C

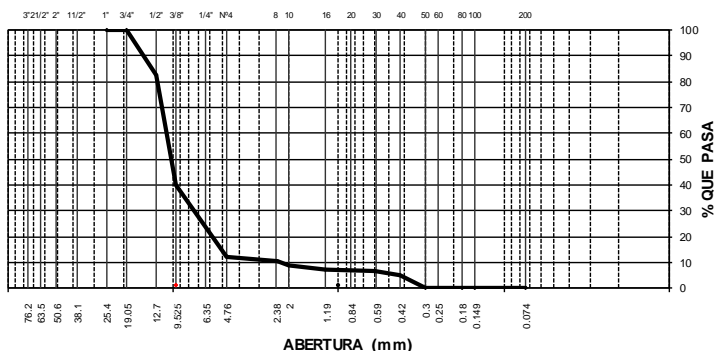
MUESTRA: MAC-2 LIMITE SUPERIOR FECHA: 02/06/2022

ANALISIS GRANULOMETRIA DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

(MTC E 204)

ARENA CHANCADA					
Malla		Peso	% Ret	% Ret	% que
Tamiz	mm.	(gr)	Parcial	Acum.	Pasa
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	522.0	17.40	17.40	82.60
3/8"	9.525	1283.0	42.77	60.17	39.83
No4	4.760	837.0	27.90	88.07	11.93
8	2.360	52.0	1.73	89.80	10.20
10	2.000	36.0	1.20	91.00	9.00
16	1.190	54.0	1.80	92.80	7.20
30	0.600	15.0	0.50	93.30	6.70
40	0.420	51.0	1.70	95.00	5.00
50	0.300	150.0	5.00	100.00	0.00
80	0.180	0.0	0.00	100.00	0.00
100	0.149	0.0	0.00	100.00	0.00
200	0.074	0.0	0.00	100.00	0.00
< 200		0.0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE MUESTRA		3000.0	100.00		

CURVA GRANULOMETRICA



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TECNICO DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN 2023-429

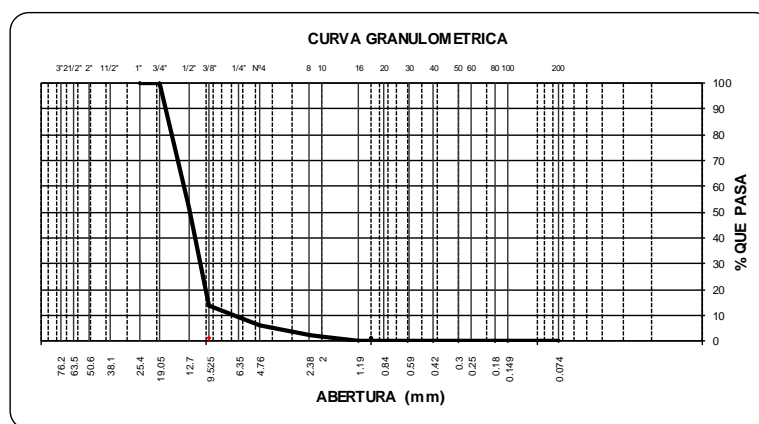
MATERIAL: ARENA CHANCADA TEMPERATURA AMBIENTE 20°C

MUESTRA: MAC-2 LIMITE MEDIO **FECHA:** 02/06/2022

ANALISIS GRANULOMETRIA DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

(MTC E 204)

ARENA CHANCADA					
Malla		Peso	% Ret	% Ret	% que
Tamiz	mm.	(gr)	Parcial	Acum.	Pasa
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	1451.2	48.37	48.37	51.63
3/8"	9.525	1129.2	37.64	86.01	13.99
No4	4.760	234.9	7.83	93.84	6.16
8	2.360	115.7	3.86	97.70	2.30
10	2.000	18.0	0.60	98.30	1.70
16	1.190	51.0	1.70	100.00	0.00
30	0.600	0.0	0.00	100.00	0.00
40	0.420	0.0	0.00	100.00	0.00
50	0.300	0.0	0.00	100.00	0.00
80	0.180	0.0	0.00	100.00	0.00
100	0.149	0.0	0.00	100.00	0.00
200	0.074	0.0	0.00	100.00	0.00
< 200		0.0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE MUESTRA		3000.0	100.00		



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TECNICO DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN **2023-430**

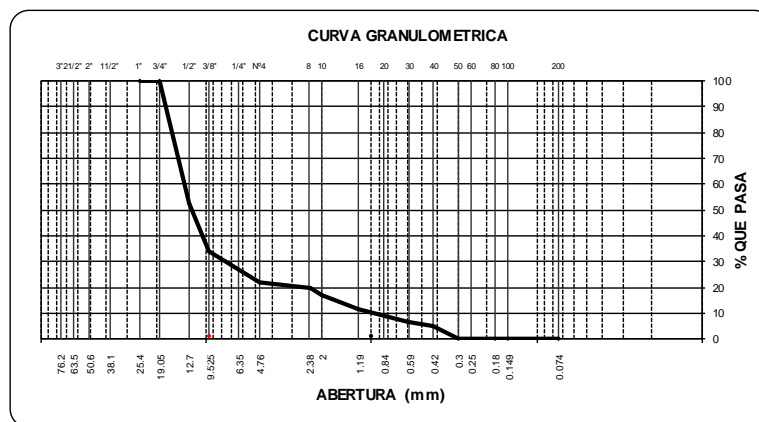
MATERIAL: ARENA CHANCADA **TEMPERATURA AMBIENTE:** 20°C

MUESTRA: MAC-2 LIMITE INFERIOR **FECHA:** 02/06/2022

ANALISIS GRANULOMETRIA DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

(MTC E 204)

ARENA CHANCADA					
Malla		Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa
Tamiz	mm.				
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	1422.0	47.40	47.40	52.60
3/8"	9.525	563.0	18.77	66.17	33.83
No4	4.760	357.0	11.90	78.07	21.93
8	2.360	73.0	2.43	80.50	19.50
10	2.000	81.0	2.70	83.20	16.80
16	1.190	159.0	5.30	88.50	11.50
30	0.600	153.0	5.10	93.60	6.40
40	0.420	39.0	1.30	94.90	5.10
50	0.300	153.0	5.10	100.00	0.00
80	0.180	0.0	0.00	100.00	0.00
100	0.149	0.0	0.00	100.00	0.00
200	0.074	0.0	0.00	100.00	0.00
< 200		0.0	0.00	100.00	0.00
TOTAL DE MUESTRA		3000.0	100.00		



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.L.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TECNICO DE LABORATORIO
 COLDFIX E.L.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN **2023-431**

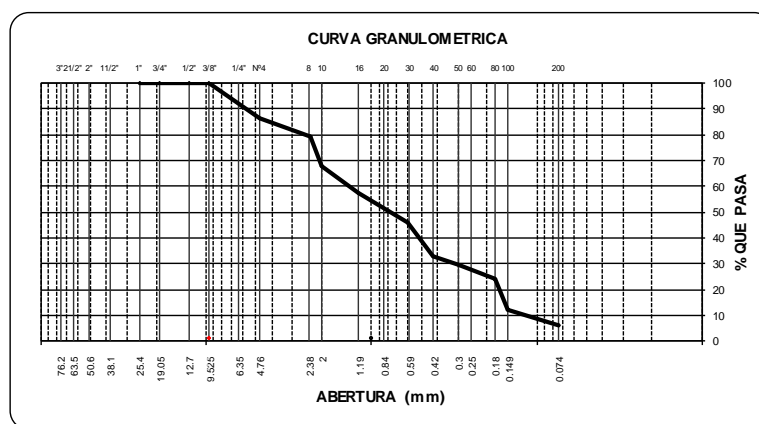
MATERIAL: ARENA CHANCADA **TEMPERATURA AMBIENTE:** 20°C

MUESTRA: MAC-3 LIMITE SUPERIOR **FECHA:** 02/06/2022

ANALISIS GRANULOMETRIA DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

(MTC E 204)

ARENA CHANCADA					
Malla		Peso	% Ret	% Ret	% que
Tamiz	mm.	(gr)	Parcial	Acum.	Pasa
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.00	100.00
No4	4.760	206.4	13.76	13.76	86.24
8	2.360	104.6	6.97	20.73	79.27
10	2.000	168.0	11.20	31.93	68.07
16	1.190	158.0	10.53	42.47	57.53
30	0.600	175.0	11.67	54.13	45.87
40	0.420	194.7	12.98	67.11	32.89
50	0.300	52.4	3.49	70.60	29.40
80	0.180	79.1	5.27	75.87	24.13
100	0.149	181.9	12.13	88.00	12.00
200	0.074	90.0	6.00	94.00	6.00
< 200		90.0	6.00	100.00	0.00
TOTAL DE MUESTRA		1500.0	100.00		



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN **2023-432**

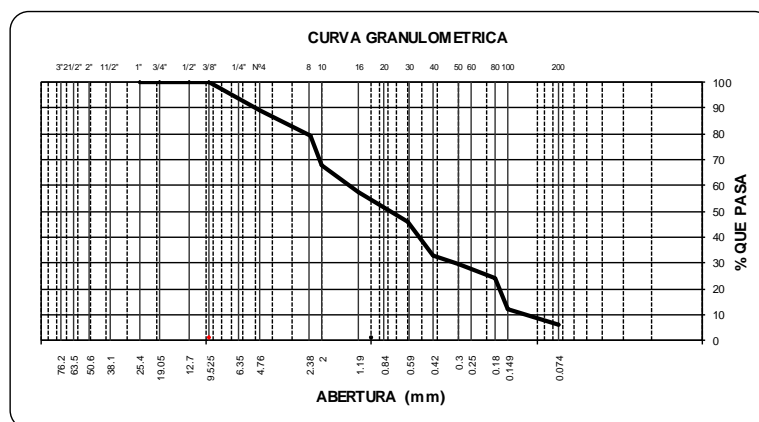
MATERIAL: ARENA CHANCADA **TEMPERATURA AMBIENTE:** 20°C

MUESTRA: MAC-3 LIMITE MEDIO **FECHA:** 02/06/2022

ANALISIS GRANULOMETRIA DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

(MTC E 204)

ARENA CHANCADA					
Tamiz	Malla mm.	Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.00	100.00
No4	4.760	161.4	10.76	10.76	89.24
8	2.360	149.6	9.97	20.73	79.27
10	2.000	168.0	11.20	31.93	68.07
16	1.190	158.0	10.53	42.47	57.53
30	0.600	175.0	11.67	54.13	45.87
40	0.420	194.7	12.98	67.11	32.89
50	0.300	52.3	3.49	70.60	29.40
80	0.180	79.1	5.27	75.87	24.13
100	0.149	181.9	12.13	88.00	12.00
200	0.074	90.0	6.00	94.00	6.00
< 200		90.0	6.00	100.00	0.00
TOTAL DE MUESTRA		1500.0	100.00		



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN 2023-433

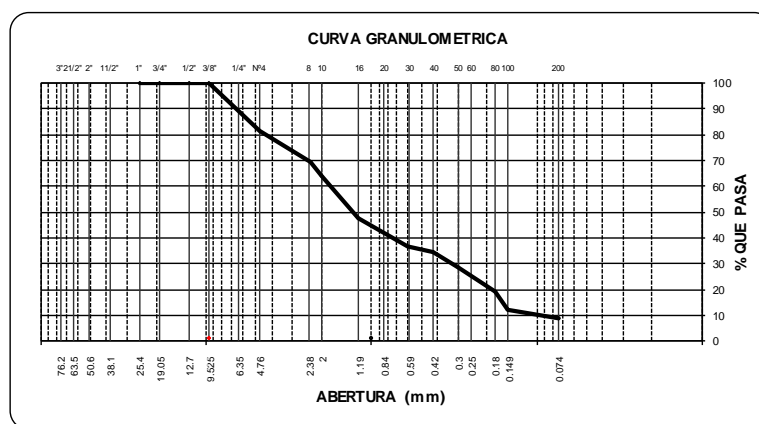
MATERIAL: ARENA CHANCADA TEMPERATURA AMBIENTE 20°C

MUESTRA: MAC-3 LIMITE INFERIOR FECHA: 02/06/2022

ANÁLISIS GRANULOMETRÍA DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

(MTC E 204)

ARENA CHANCADA					
Malla		Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa
Tamiz	mm.				
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.00	100.00
No4	4.760	281.0	18.73	18.73	81.27
8	2.360	180.1	12.00	30.73	69.27
10	2.000	78.0	5.20	35.93	64.07
16	1.190	248.0	16.53	52.47	47.53
30	0.600	160.0	10.67	63.13	36.87
40	0.420	36.0	2.40	65.53	34.47
50	0.300	90.0	6.00	71.53	28.47
80	0.180	136.0	9.07	80.60	19.40
100	0.149	106.5	7.10	87.70	12.30
200	0.074	54.0	3.60	91.30	8.70
< 200		130.5	8.70	100.00	0.00
TOTAL DE MUESTRA		1500.0	100.00		



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.

Julio Adán Rojas Poma
Julio Adán Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO:

DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA
MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS
FLEXIBLES

CLIENTE:

FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO:

2023-434

MATERIAL:

ARENA CHANCADA

TEMPERATURA AMBIENTE:

20°C

MUESTRA:

MAC-3 LIMITE SUPERIOR

FECHA:

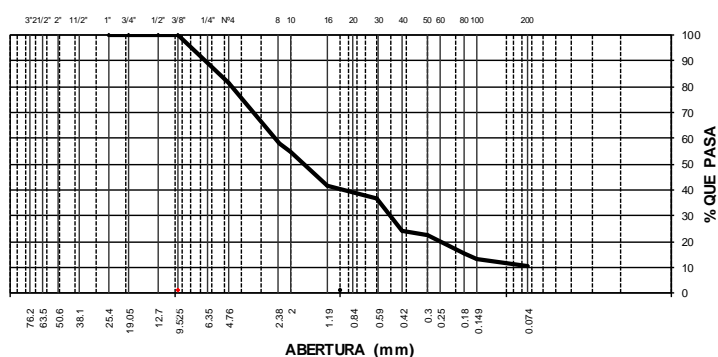
02/06/2022

ANALISIS GRANULOMETRIA DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

(MTC E 204)

ARENA CHANCADA					
Malla	Peso	% Ret	% Ret		
Tamiz mm.	(gr)	Parcial	Acum.	% que Pasa	
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.00	100.00
No4	4.760	280.4	18.69	18.69	81.31
8	2.360	348.7	23.24	41.93	58.07
10	2.000	50.0	3.33	45.27	54.73
16	1.190	197.0	13.13	58.40	41.60
30	0.600	71.0	4.73	63.13	36.87
40	0.420	192.0	12.80	75.93	24.07
50	0.300	25.0	1.67	77.60	22.40
80	0.180	105.5	7.03	84.63	15.37
100	0.149	32.4	2.16	86.79	13.21
200	0.074	40.1	2.67	89.46	10.54
< 200		158.1	10.54	100.00	0.00
TOTAL DE MUESTRA	1500.0		100.00		

CURVA GRANULOMETRICA



Juan Ernesto Tejada Díaz
Jefe de Laboratorio
COLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Técnico de Laboratorio
COLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN **CERTIFICADO:** 2023-435

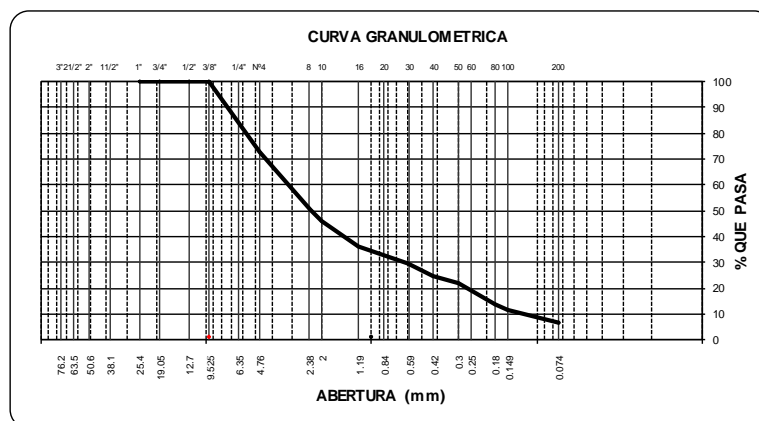
MATERIAL: ARENA CHANCADA **TEMPERATURA AMBIENTE:** 20°C

MUESTRA: MAC-3 LIMITE MEDIO **FECHA:** 02/06/2022

ANALISIS GRANULOMETRIA DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

(MTC E 204)

ARENA CHANCADA					
Malla	Peso	% Ret	% Ret	% que	
Tamiz mm.	(gr)	Parcial	Acum.	Pasa	
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	
1"	25.400	0.0	0.00	100.00	
3/4"	19.050	0.0	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.0	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.0	0.00	100.00	
No4	4.760	408.0	27.20	72.80	
8	2.360	337.5	22.50	50.30	
10	2.000	66.5	4.43	45.87	
16	1.190	144.8	9.65	36.22	
30	0.600	101.3	6.75	29.47	
40	0.420	71.5	4.77	24.70	
50	0.300	42.5	2.83	21.87	
80	0.180	125.5	8.37	13.50	
100	0.149	32.5	2.17	11.33	
200	0.074	69.5	4.63	6.70	
< 200		100.5	6.70	0.00	
TOTAL DE MUESTRA		1500.0	100.00		



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO:

DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE:

FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO:

2023-436

MATERIAL:

ARENA CHANCADA

TEMPERATURA AMBIENTE

20°C

MUESTRA:

MAC-3 LIMITE INFERIOR

FECHA:

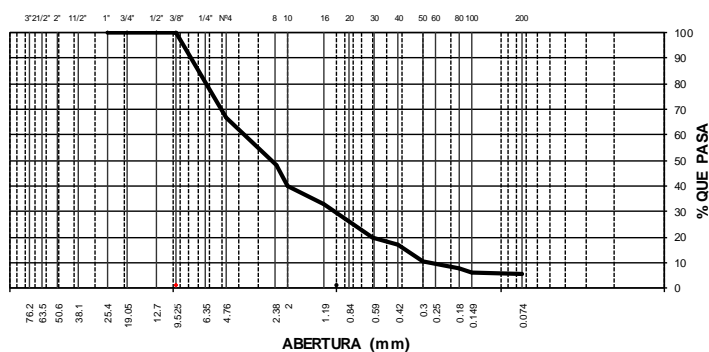
02/06/2022

ANÁLISIS GRANULOMETRÍA DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

(MTC E 204)

ARENA CHANCADA					
Malla		Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa
Tamiz	mm.				
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.00	100.00
No4	4.760	498.0	33.20	33.20	66.80
8	2.360	281.0	18.73	51.93	48.07
10	2.000	125.0	8.33	60.27	39.73
16	1.190	107.0	7.13	67.40	32.60
30	0.600	191.0	12.73	80.13	19.87
40	0.420	42.0	2.80	82.93	17.07
50	0.300	98.0	6.53	89.47	10.53
80	0.180	45.5	3.03	92.50	7.50
100	0.149	21.0	1.40	93.90	6.10
200	0.074	4.5	0.30	94.20	5.80
< 200		87.0	5.80	100.00	0.00
TOTAL DE MUESTRA		1500.0	100.00		

CURVA GRANULOMETRICA



Juan Ernesto Tejada Díaz
 Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
 Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN **CERTIFICADO:** 2023-437

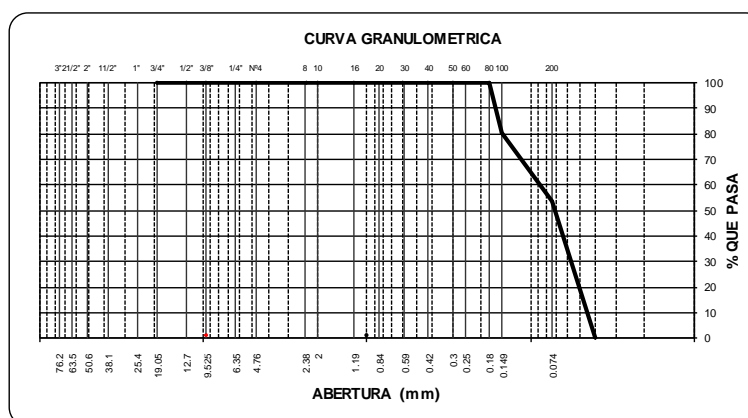
MATERIAL: ARENA CHANCADA **TEMPERATURA AMBIENTE:** 20°C

MUESTRA: FILLER **FECHA:** 02/06/2022

ANÁLISIS GRANULOMETRÍA DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

(MTC E 204)

ARENA CHANCADA					
Malla		Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa
Tamiz	mm.				
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.500	0.0	0.00	0.00	0.00
2"	50.600	0.0	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	0.00
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.0	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.0	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.00	100.00
No4	4.760	0.0	0.00	0.00	100.00
8	2.360	0.0	0.00	0.00	100.00
10	2.000	0.0	0.00	0.00	100.00
16	1.190	0.0	0.00	0.00	100.00
30	0.600	0.0	0.00	0.00	100.00
40	0.420	0.0	0.00	0.00	100.00
50	0.300	0.0	0.00	0.00	100.00
80	0.180	0.0	0.00	0.00	100.00
100	0.149	289.5	19.30	19.30	80.70
200	0.074	403.5	26.90	46.20	53.80
< 200	0.040	807.0	53.80	100.00	0.00
TOTAL DE MUESTRA		1500.0	100.00		



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL VALOR ÓPTIMO DE COMBINACIÓN GRANULOMÉTRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMIÓN

CERTIFICADO: 2023-484

MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS

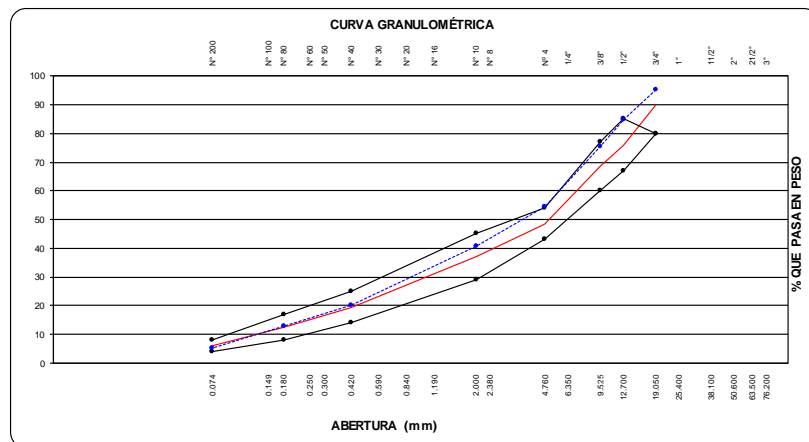
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE SUPERIOR

FECHA: 6/11/2023

COMBINACIÓN TEÓRICA DE AGREGADOS PARA ASFALTO - MAC 1

Malla		Porcentajes pasantes (%)						Especificaciones
Tamiz	mm.	PIEDRAS		ARENAS			MEZCLA	MAC - 1
Agregados	Proporciones	pedra 3/4"	pedra 1/2"	Arena	Arena	filler		MTC
		3/4"	1/2"	NATURAL	CHANCADA	filler	100%	
		25%	15%	30%	29%	1%		
1"	25.4	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.0	100 - 100
3/4"	19.05	81.53	100.00	100.00	100.00	100.00	95.4	80 - 100
1/2"	12.7	48.72	82.60	100.00	100.00	100.00	84.6	67 - 85
3/8"	9.525	37.33	39.83	100.00	100.00	100.00	75.3	60 - 77
Nº 4	4.76	8.31	11.93	86.24	81.31	100.00	54.3	43 - 54
Nº 8	2.36	8.04	10.20	79.27	58.07	100.00	45.2	
Nº 10	2	7.70	9.00	68.07	54.73	100.00	40.6	29 - 45
Nº 16	1.18	7.20	7.20	57.53	41.60	100.00	33.2	
Nº 30	0.6	6.67	6.70	45.87	36.87	100.00	28.1	
Nº 40	0.42	6.52	5.00	32.89	24.07	100.00	20.2	14 - 25
Nº 50	0.3	0.00	0.00	29.40	22.40	100.00	16.3	
Nº 80	0.18	0.00	0.00	24.13	15.37	100.00	12.7	8 - 17
Nº 100	0.15	0.00	0.00	12.00	13.21	80.70	8.2	
Nº 200	0.074	0.00	0.00	6.00	10.54	53.80	5.4	4 - 8
pasa		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-485

MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS

TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE SUPERIOR

FECHA: 06/11/2023

ESPECIFICACIONES DE AGRGADOS PARA ASFALTO - MAC 1

Malla		Especificaciones		
Tamiz	mm.	MEZCLAS	MAC - 1	
Agregados			MTC	CURVA IDEAL
Proporciones		100		
1"	25.4	100.0	100 - 100	100.00
3/4"	19.05	95.4	80 - 100	90.00
1/2"	12.7	84.6	67 - 85	76.00
3/8"	9.525	75.3	60 - 77	68.50
Nº 4	4.76	54.3	43 - 54	48.50
Nº 8	2.36	45.2		
Nº 10	2	40.6	29 - 45	37.00
Nº 16	1.18	33.2		
Nº 30	0.6	28.1		
Nº 40	0.42	20.2	14 - 25	19.50
Nº 50	0.3	16.3		
Nº 80	0.18	12.7	8 - 17	12.50
Nº 100	0.15	8.2		
Nº 200	0.074	5.4	4 - 8	6.00
pasa		0.0		

Juan Ernesto Tejada Díaz
 Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio A. Rojas Poma
 Julio A. Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-486

MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS

TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE SUPERIOR

FECHA: 6/11/2023

PESOS DE LOS AGRGADOS PARA ASFALTO - MAC 1

Mat	% Asfalto	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
	Malla						
filler	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
	UB TOTA	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
Arena chancada	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	65.0	64.7	64.4	64.0	63.7	63.3
	# 10	92.5	92.0	91.5	91.0	90.6	90.1
	< #10	190.5	189.5	188.5	187.5	186.5	185.5
	UB TOTA	348.0	346.2	344.4	342.6	340.8	338.9
Arena natural	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	49.5	49.3	49.0	48.8	48.5	48.2
	# 10	65.4	65.1	64.7	64.4	64.1	63.7
	< #10	245.0	243.8	242.5	241.2	239.9	238.7
	UB TOTA	360.0	358.1	356.3	354.4	352.5	350.6
Piedra de 1/2"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	31.3	31.2	31.0	30.8	30.7	30.5
	3/8"	77.0	76.6	76.2	75.8	75.4	75.0
	# 4	50.2	50.0	49.7	49.4	49.2	48.9
	# 10	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.0
	< #10	18.4	18.3	18.2	18.1	18.0	17.9
	UB TOTA	180.0	179.1	178.1	177.2	176.3	175.3
Piedra de 3/4"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	153.8	153.0	152.2	151.4	150.6	149.8
	3/8"	34.2	34.0	33.8	33.6	33.4	33.3
	# 4	87.1	86.6	86.2	85.7	85.3	84.8
	# 10	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	< #10	24.1	24.0	23.9	23.7	23.6	23.5
	UB TOTA	300.0	298.4	296.9	295.3	293.8	292.2
		1200.0	1193.8	1187.5	1181.3	1175.0	1168.8
PEN 120-150		50.0	56.3	62.5	68.8	75.0	81.3
TOTAL MUESTRA		1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0

Juan Ernesto Tejada Díaz
 Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrián Rojas Poma
 Julio Adrián Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-487

MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS

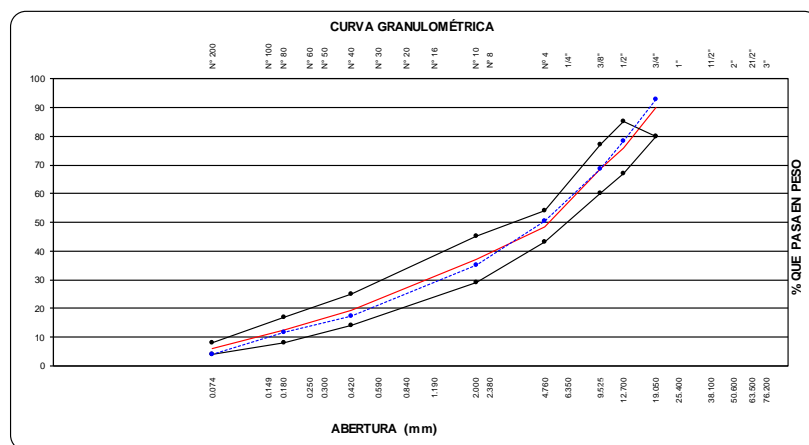
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE MEDIO

FECHA: 6/11/2023

COMBINACION TEORICA DE AGREGADOS PARA ASFALTO - MAC 1

Malla		Porcentajes pasantes (%)						Especificaciones
Tamiz	mm.	PIEDRAS		ARENAS			MEZCLA	MAC - 1
Agregados		pedra 3/4"	pedra 1/2"	Arena	Arena	filler	100%	MTC
		3/4"	1/2"	NATURAL	CHANCADA	filler		
Proporciones		20%	22%	27%	30%	1%		
1"	25.4	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.0	100 - 100
3/4"	19.05	63.87	100.00	100.00	100.00	100.00	92.8	80 - 100
1/2"	12.7	44.03	51.63	100.00	100.00	100.00	78.2	67 - 85
3/8"	9.525	37.73	13.99	100.00	100.00	100.00	68.6	60 - 77
Nº 4	4.76	11.63	6.16	89.24	72.80	100.00	50.6	43 - 54
Nº 8	2.36	9.60	2.30	79.27	50.30	100.00	39.9	
Nº 10	2	8.60	1.70	68.07	45.87	100.00	35.2	29 - 45
Nº 16	1.18	0.00	0.00	57.53	36.22	100.00	27.4	
Nº 30	0.6	0.00	0.00	45.87	29.47	100.00	22.2	
Nº 40	0.42	0.00	0.00	32.89	24.70	100.00	17.3	14 - 25
Nº 50	0.3	0.00	0.00	29.40	21.87	100.00	15.5	
Nº 80	0.18	0.00	0.00	24.13	13.50	100.00	11.6	8 - 17
Nº 100	0.15	0.00	0.00	12.00	11.33	80.70	7.4	
Nº 200	0.074	0.00	0.00	6.00	6.70	53.80	4.2	4 - 8
pasa		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-488

MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS

TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE MEDIO

FECHA: 06/11/2023

ESPECIFICACIONES DE AGRGADOS PARA ASFALTO - MAC 1

Malla		Especificaciones		
Tamiz	mm.	MEZCLAS	MAC - 1	
Agregados			MTC	CURVA IDEAL
Proporciones		100		
1"	25.4	100.0	100 - 100	100.00
3/4"	19.05	92.8	80 - 100	90.00
1/2"	12.7	78.2	67 - 85	76.00
3/8"	9.525	68.6	60 - 77	68.50
Nº 4	4.76	50.6	43 - 54	48.50
Nº 8	2.36	39.9		
Nº 10	2	35.2	29 - 45	37.00
Nº 16	1.18	27.4		
Nº 30	0.6	22.2		
Nº 40	0.42	17.3	14 - 25	19.50
Nº 50	0.3	15.5		
Nº 80	0.18	11.6	8 - 17	12.50
Nº 100	0.15	7.4		
Nº 200	0.074	4.2	4 - 8	6.00
pasa		0.0		

Juan Ernesto Tejada Díaz
 Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio A. Rojas Poma
 Julio A. Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-489

MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS

TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE MEDIO

FECHA: 6/11/2023

PESOS DE LOS AGRGADOS PARA ASFALTO - MAC 1

Mat	% Asfalto	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
	Malla						
filler	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
	UB TOTA	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
Arena chancada	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	97.9	97.4	96.9	96.4	95.9	95.4
	# 10	97.0	96.5	95.9	95.4	94.9	94.4
	< #10	165.1	164.3	163.4	162.5	161.7	160.8
	UB TOTA	360.0	358.1	356.3	354.4	352.5	350.6
Arena natural	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	34.9	34.7	34.5	34.3	34.1	34.0
	# 10	68.6	68.2	67.9	67.5	67.2	66.8
	< #10	220.5	219.4	218.2	217.1	215.9	214.8
	UB TOTA	324.0	322.3	320.6	318.9	317.3	315.6
Piedra de 1/2"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	127.7	127.0	126.4	125.7	125.0	124.4
	3/8"	99.4	98.9	98.3	97.8	97.3	96.8
	# 4	20.7	20.6	20.5	20.3	20.2	20.1
	# 10	10.2	10.1	10.1	10.0	10.0	9.9
	< #10	6.1	6.0	6.0	6.0	5.9	5.9
	UB TOTA	264.0	262.6	261.3	259.9	258.5	257.1
Piedra de 3/4"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	134.3	133.6	132.9	132.2	131.5	130.8
	3/8"	15.1	15.0	15.0	14.9	14.8	14.7
	# 4	62.6	62.3	62.0	61.7	61.3	61.0
	# 10	4.9	4.9	4.8	4.8	4.8	4.8
	< #10	23.0	22.9	22.8	22.7	22.6	22.4
	UB TOTA	240.0	238.8	237.5	236.3	235.0	233.8
		1200.0	1193.8	1187.5	1181.3	1175.0	1168.8
PEN 120-150		50.0	56.3	62.5	68.8	75.0	81.3
TOTAL MUESTRA		1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0

Juan Ernesto Tejeda Díaz
 Juan Ernesto Tejeda Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
 Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-490

MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS

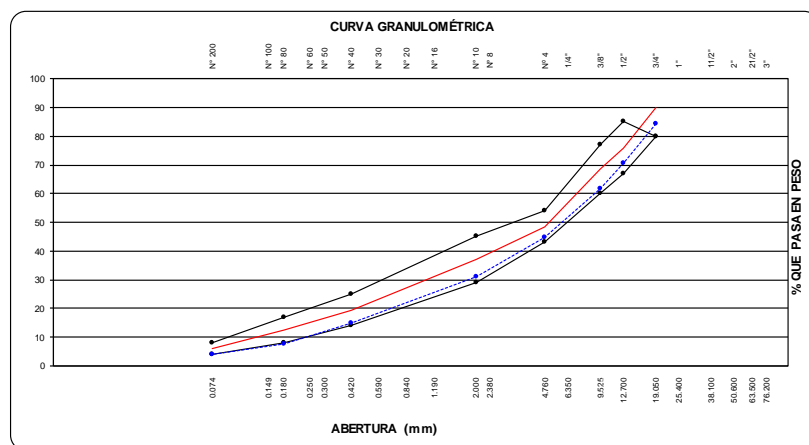
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE INFERIOR

FECHA: 6/11/2023

COMBINACION TEORICA DE AGREGADOS PARA ASFALTO - MAC 1

Malla		Porcentajes pasantes (%)						Especificaciones
Tamiz	mm.	PIEDRAS		ARENAS			MEZCLA	MAC - 1
Agregados		pedra 3/4"	pedra 1/2"	Arena	Arena	filler		MTC
Proporciones		3/4"	1/2"	NATURAL	CHANCADA	filler	100%	
1"	25.4	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.0	100 - 100
3/4"	19.05	48.43	100.00	100.00	100.00	100.00	84.5	80 - 100
1/2"	12.7	34.27	52.60	100.00	100.00	100.00	70.8	67 - 85
3/8"	9.525	16.40	33.83	100.00	100.00	100.00	61.7	60 - 77
Nº 4	4.76	9.13	21.93	81.27	66.80	100.00	44.6	43 - 54
Nº 8	2.36	5.10	19.50	69.27	48.07	100.00	35.5	
Nº 10	2	3.10	16.80	64.07	39.73	100.00	31.1	29 - 45
Nº 16	1.18	1.11	11.50	47.53	32.60	100.00	23.5	
Nº 30	0.6	1.07	6.40	36.87	19.87	100.00	16.8	
Nº 40	0.42	0.00	5.10	34.47	17.07	100.00	14.9	14 - 25
Nº 50	0.3	0.00	0.00	28.47	10.53	100.00	10.8	
Nº 80	0.18	0.00	0.00	19.40	7.50	100.00	7.8	8 - 17
Nº 100	0.15	0.00	0.00	12.30	6.10	80.70	5.4	
Nº 200	0.074	0.00	0.00	8.70	5.80	53.80	4.1	4 - 8
pasa		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-491

MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS

TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE INFERIOR

FECHA: 06/11/2023

ESPECIFICACIONES DE AGRGADOS PARA ASFALTO - MAC 2

Malla		Especificaciones		
Tamiz	mm.	MEZCLAS	MAC - 1	
Agregados			MTC	CURVA IDEAL
Proporciones		100		
1"	25.4	100.0	100 - 100	100.00
3/4"	19.05	84.5	80 - 100	90.00
1/2"	12.7	70.8	67 - 85	76.00
3/8"	9.525	61.7	60 - 77	68.50
Nº 4	4.76	44.6	43 - 54	48.50
Nº 8	2.36	35.5		
Nº 10	2	31.1	29 - 45	37.00
Nº 16	1.18	23.5		
Nº 30	0.6	16.8		
Nº 40	0.42	14.9	14 - 25	19.50
Nº 50	0.3	10.8		
Nº 80	0.18	7.3	8 - 17	12.50
Nº 100	0.15	4.5		
Nº 200	0.074	4.1	4 - 8	6.00
pasa		0.0		

Juan Ernesto Tejada Díaz
 Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio A. Rojas Poma
 Julio A. Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-492

MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS

TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE INFERIOR

FECHA: 6/11/2023

PESOS DE LOS AGRGADOS PARA ASFALTO - MAC 1

Mat	% Asfalto	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
	Malla						
filler	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
	UB TOTA	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
Arena chancada	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	91.6	91.2	90.7	90.2	89.7	89.2
	# 10	74.7	74.3	73.9	73.5	73.1	72.8
	< #10	109.7	109.1	108.5	108.0	107.4	106.8
	UB TOTA	276.0	274.6	273.1	271.7	270.3	268.8
Arena natural	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	58.4	58.1	57.8	57.5	57.2	56.9
	# 10	53.7	53.4	53.1	52.8	52.6	52.3
	< #10	199.9	198.8	197.8	196.8	195.7	194.7
	UB TOTA	312.0	310.4	308.8	307.1	305.5	303.9
Piedra de 1/2"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	113.8	113.2	112.6	112.0	111.4	110.8
	3/8"	45.0	44.8	44.6	44.3	44.1	43.9
	# 4	28.6	28.4	28.3	28.1	28.0	27.8
	# 10	5.8	5.8	5.8	5.7	5.7	5.7
	< #10	46.8	46.6	46.3	46.1	45.8	45.6
	UB TOTA	240.0	238.8	237.5	236.3	235.0	233.8
Piedra de 3/4"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	236.6	235.4	234.2	232.9	231.7	230.5
	3/8"	64.3	64.0	63.6	63.3	63.0	62.6
	# 4	26.2	26.0	25.9	25.8	25.6	25.5
	# 10	14.5	14.4	14.4	14.3	14.2	14.1
	< #10	18.4	18.3	18.2	18.1	18.0	17.9
	UB TOTA	360.0	358.1	356.3	354.4	352.5	350.6
		1200.0	1193.8	1187.5	1181.3	1175.0	1168.8
	PEN 120-150	50.0	56.3	62.5	68.8	75.0	81.3
	TOTAL MUESTRA	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0

Juan Ernesto Tejada Díaz
 Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
 Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-493

MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS

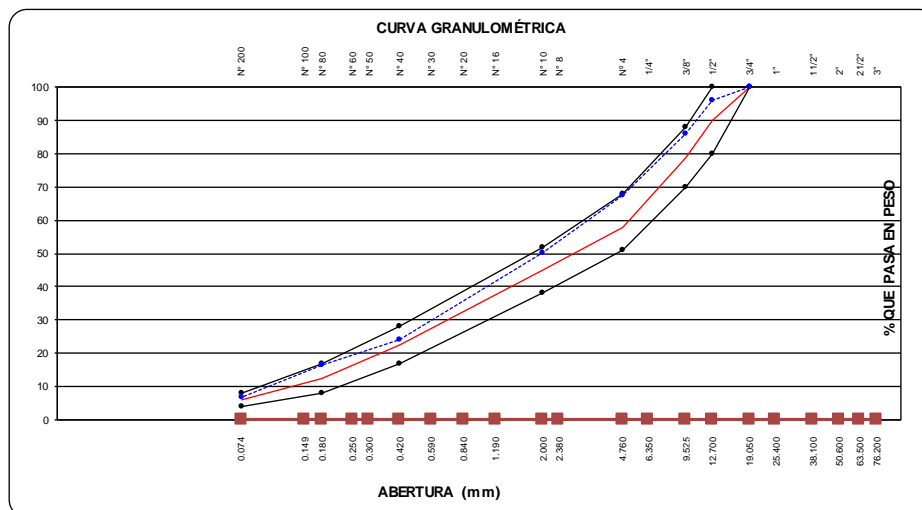
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE SUPERIOR

FECHA: 06/11/2023

COMBINACION TEORICA DE AGRGADOS PARA ASFALTO - MAC 2

Malla		Porcentajes pasantes (%)						Especificaciones
Tamiz	mm.	PIEDRAS		ARENAS			MEZCLA	MAC - 2
Agregados		3/4"	1/2"	Arena NATURAL	Arena CHANCADA	filler	100%	MTC
Proporciones		0%	23%	41%	35%	1%		
1"	25.4	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	0.0	100 - 100
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.0	100 - 100
1/2"	12.7	0.00	82.60	100.00	100.00	100.00	96.0	100 - 100
3/8"	9.525	0.00	39.83	100.00	100.00	100.00	86.2	100 - 100
Nº 4	4.76	0.00	11.93	86.24	81.31	100.00	67.6	43 - 54
Nº 8	2.36	0.00	10.20	79.27	58.07	100.00	56.2	
Nº 10	2	0.00	9.00	68.07	54.73	100.00	50.1	29 - 45
Nº 16	1.18	0.00	7.20	57.53	41.60	100.00	40.8	
Nº 30	0.6	0.00	6.70	45.87	36.87	100.00	34.2	
Nº 40	0.42	0.00	5.00	32.89	24.07	100.00	24.1	14 - 25
Nº 50	0.3	0.00	0.00	29.40	22.40	100.00	20.9	
Nº 80	0.18	0.00	0.00	24.13	15.37	100.00	16.3	8 - 17
Nº 100	0.15	0.00	0.00	12.00	13.21	80.70	10.4	
Nº 200	0.074	0.00	0.00	6.00	10.54	53.80	6.7	4 - 8
pasa		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrián Rojas Poma
Julio Adrián Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-494

MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS

TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE SUPERIOR

FECHA: 06/11/2023

ESPECIFICACIONES DE AGRGADOS PARA ASFALTO - MAC 2

Malla		Especificaciones		
Tamiz	mm.	MEZCLAS	MAC - 2	
Agregados			MTC	CURVA IDEAL
Proporciones		100		
1"	25.4			Curva Ideal
3/4"	19.05	100.0	100 - 100	100.00
1/2"	12.7	96.0	80 - 100	90.00
3/8"	9.525	86.2	70 - 88	79.00
Nº 4	4.76	67.6	51 - 68	58.00
Nº 8	2.36	56.2		
Nº 10	2	50.1	38 - 52	45.00
Nº 16	1.18	40.8		
Nº 30	0.6	34.2		
Nº 40	0.42	24.1	17 - 28	22.50
Nº 50	0.3	20.9		
Nº 80	0.18	16.3	8 - 17	12.50
Nº 100	0.15	10.4		
Nº 200	0.074	6.7	4 - 8	6.00
pasa		0.0		

Juan Ernesto Tejada Díaz
 Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio A. Rojas Poma
 Julio A. Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-495

MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS

TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE SUPERIOR

FECHA: 6/11/2023

PESOS DE LOS AGRGADOS PARA ASFALTO - MAC-2

Mat	% Asfalto	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
filler	Malla						
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
	UB TOTA	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
Arena chancada	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	78.5	78.1	77.7	77.3	76.9	76.5
	# 10	111.6	111.0	110.5	109.9	109.3	108.7
	< #10	229.9	228.7	227.5	226.3	225.1	223.9
	UB TOTA	420.0	417.8	415.6	413.4	411.3	409.1
Arena natural	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	67.7	67.3	67.0	66.6	66.3	65.9
	# 10	89.4	88.9	88.5	88.0	87.6	87.1
	< #10	334.9	333.1	331.4	329.7	327.9	326.2
	UB TOTA	492.0	489.4	486.9	484.3	481.8	479.2
Piedra de 1/2"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	48.0	47.8	47.5	47.3	47.0	46.8
	3/8"	118.0	117.4	116.8	116.2	115.6	115.0
	# 4	77.0	76.6	76.2	75.8	75.4	75.0
	# 10	4.8	4.8	4.7	4.7	4.7	4.7
	< #10	28.2	28.0	27.9	27.7	27.6	27.4
	UB TOTA	276.0	274.6	273.1	271.7	270.3	268.8
Piedra de 3/4"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	UB TOTA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PEN 120-150		1200.0	1193.8	1187.5	1181.3	1175.0	1168.8
TOTAL MUESTRA		1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0

Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-496

MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS

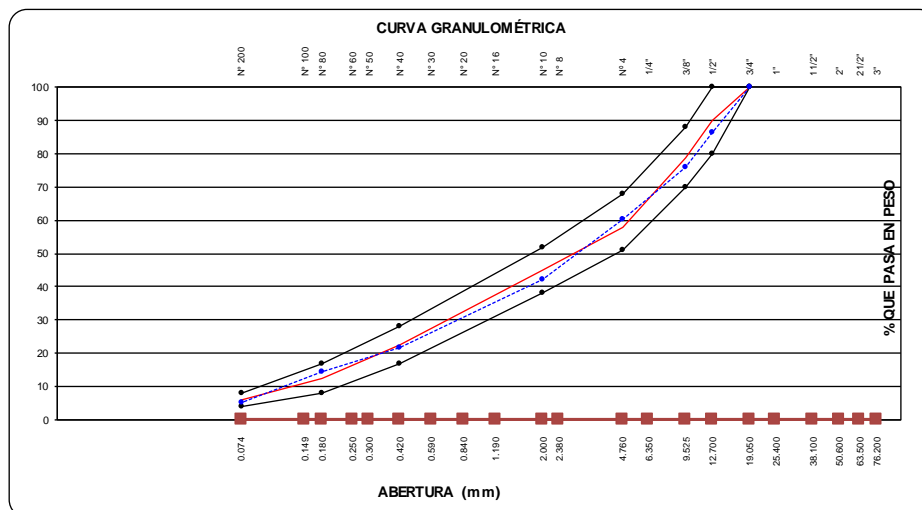
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE MEDIO

FECHA: 06/11/2023

COMBINACION TEORICA DE AGRGADOS PARA ASFALTO - MAC - 2

Malla		Porcentajes pasantes (%)						Especificaciones
Tamiz	mm.	PIEDRAS		ARENAS			MEZCLA	MAC - 2
Agregados		3/4"	1/2"	Arena NATURAL	Arena CHANCADA	filler	100%	MTC
Proporciones		0%	28%	36%	35%	1%		
1"	25.4	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	0.0	100 - 100
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.0	100 - 100
1/2"	12.7	0.00	51.63	100.00	100.00	100.00	86.5	80 - 100
3/8"	9.525	0.00	13.99	100.00	100.00	100.00	75.9	70 - 88
Nº 4	4.76	0.00	6.16	89.24	72.80	100.00	60.3	51 - 68
Nº 8	2.36	0.00	2.30	79.27	50.30	100.00	47.8	
Nº 10	2	0.00	1.70	68.07	45.87	100.00	42.0	38 - 52
Nº 16	1.18	0.00	0.00	57.53	36.22	100.00	34.4	
Nº 30	0.6	0.00	0.00	45.87	29.47	100.00	27.8	
Nº 40	0.42	0.00	0.00	32.89	24.70	100.00	21.5	17 - 28
Nº 50	0.3	0.00	0.00	29.40	21.87	100.00	19.2	
Nº 80	0.18	0.00	0.00	24.13	13.50	100.00	14.4	8 --17
Nº 100	0.15	0.00	0.00	12.00	11.33	80.70	9.1	
Nº 200	0.074	0.00	0.00	6.00	6.70	53.80	5.0	4 - 8
pasa		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrián Rojas Poma
Julio Adrián Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-497

MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS

TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE MEDIO

FECHA: 06/11/2023

ESPECIFICACIONES DE AGRGADOS PARA ASFALTO - MAC 2

Malla		Especificaciones		
Tamiz	mm.	MEZCLAS	MAC - 2	
Agregados			MTC	CURVA IDEAL
Proporciones		100		
1"	25.4		Curva Ideal	
3/4"	19.05	100.0	100 - 100	100.00
1/2"	12.7	86.5	80 - 100	90.00
3/8"	9.525	75.9	70 - 88	79.00
Nº 4	4.76	60.3	51 - 68	58.00
Nº 8	2.36	47.8		
Nº 10	2	42.0	38 - 52	45.00
Nº 16	1.18	34.4		
Nº 30	0.6	27.8		
Nº 40	0.42	21.5	17 - 28	22.50
Nº 50	0.3	19.2		
Nº 80	0.18	14.4	8 --17	12.50
Nº 100	0.15	9.1		
Nº 200	0.074	5.0	4 - 8	6.00
pasa		0.0		

Juan Ernesto Tejada Díaz
 Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrián Rojas Poma
 Julio Adrián Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-498

MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS

TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE MEDIO

FECHA: 6/11/2023

PESOS DE LOS AGRGADOS PARA ASFALTO - MAC-2

Mat	% Asfalto Malla	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
filler	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
	UB TOTA	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
Arena chancada	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	114.2	113.6	113.1	112.5	111.9	111.3
	# 10	113.1	112.5	111.9	111.4	110.8	110.2
	< #10	192.6	191.6	190.6	189.6	188.6	187.6
	UB TOTA	420.0	417.8	415.6	413.4	411.3	409.1
Arena natural	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	46.5	46.2	46.0	45.8	45.5	45.3
	# 10	91.5	91.0	90.5	90.0	89.6	89.1
	< #10	294.0	292.5	291.0	289.5	287.9	286.4
	UB TOTA	432.0	429.8	427.5	425.3	423.0	420.8
Piedra de 1/2"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	162.5	161.7	160.8	160.0	159.1	158.3
	3/8"	126.5	125.8	125.2	124.5	123.8	123.2
	# 4	26.3	26.2	26.0	25.9	25.8	25.6
	# 10	13.0	12.9	12.8	12.8	12.7	12.6
	< #10	7.7	7.7	7.6	7.6	7.6	7.5
	UB TOTA	336.0	334.3	332.5	330.8	329.0	327.3
Piedra de 3/4"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	UB TOTA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		1200.0	1193.8	1187.5	1181.3	1175.0	1168.8
PEN 120-150		50.0	56.3	62.5	68.8	75.0	81.3
TOTAL MUESTRA		1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0

Juan Ernesto Tejada Díaz
 Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDIFIX E.I.R.L.

Julio Adrián Rojas Poma
 Julio Adrián Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDIFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-499

MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS

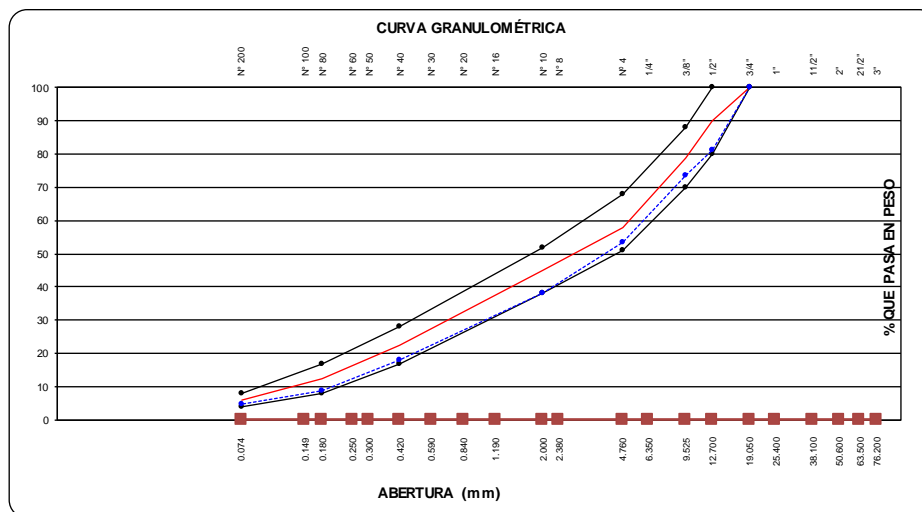
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE INFERIOR

FECHA: 06/11/2023

CONBINACION TEORICA DE AGRGADOS PARA ASFALTO - MAC 2

Malla		Porcentajes pasantes (%)						Especificaciones
Tamiz	mm.	PIEDRAS		ARENAS			MEZCLA	
Agregados		piedra 3/4"	piedra 1/2"	Arena	Arena	filler		100%
Proporciones		3/4"	1/2"	NATURAL	CHANCADA	filler	100%	
		0%	40%	29%	30%	1%		
1"	25.4	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	0.0	100 - 100
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.0	100 - 100
1/2"	12.7	0.00	52.60	100.00	100.00	100.00	81.0	80 - 100
3/8"	9.525	0.00	33.83	100.00	100.00	100.00	73.5	70 - 88
Nº 4	4.76	0.00	21.93	81.27	66.80	100.00	53.4	51 - 68
Nº 8	2.36	0.00	19.50	69.27	48.07	100.00	43.3	
Nº 10	2	0.00	16.80	64.07	39.73	100.00	38.2	38 - 52
Nº 16	1.18	0.00	11.50	47.53	32.60	100.00	29.2	
Nº 30	0.6	0.00	6.40	36.87	19.87	100.00	20.2	
Nº 40	0.42	0.00	5.10	34.47	17.07	100.00	18.2	17 - 28
Nº 50	0.3	0.00	0.00	28.47	10.53	100.00	12.4	
Nº 80	0.18	0.00	0.00	19.40	7.50	100.00	8.9	8 --17
Nº 100	0.15	0.00	0.00	12.30	6.10	80.70	6.2	
Nº 200	0.074	0.00	0.00	8.70	5.80	53.80	4.8	4 - 8
pasa		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN **CERTIFICADO:** 2023-500

MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS **TEMPERATURA AMBIENTE:** 20°C

MUESTRA: LIMITE INFERIOR **FECHA:** 06/11/2023

ESPECIFICACIONES DE AGRGADOS PARA ASFALTO - MAC 2

Malla		Especificaciones		
Tamiz	mm.	MEZCLAS	MAC - 2	
Agregados			MTC	CURVA IDEAL
Proporciones		100		
1"	25.4		Curva Ideal	
3/4"	19.05	100.0	100 - 100	100.00
1/2"	12.7	81.0	80 - 100	90.00
3/8"	9.525	73.5	70 - 88	79.00
Nº 4	4.76	53.4	51 - 68	58.00
Nº 8	2.36	43.3		
Nº 10	2	38.2	38 - 52	45.00
Nº 16	1.18	29.2		
Nº 30	0.6	20.2		
Nº 40	0.42	18.2	17 - 28	22.50
Nº 50	0.3	12.4		
Nº 80	0.18	8.9	8 --17	12.50
Nº 100	0.15	6.2		
Nº 200	0.074	4.8	4 - 8	6.00
pasa		0.0		

Juan Ernesto Tejada Díaz
 Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrián Rojas Poma
 Julio Adrián Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES
CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN **CERTIFICADO:** 2023-501
MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS **TEMPERATURA AMBIENTE:** 20°C
MUESTRA: LIMITE INFERIOR **FECHA:** 6/11/2023

PESOS DE LOS AGRGADOS PARA ASFALTO - MAC-2

Mat	% Asfalto	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
	Malla						
filler	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
	UB TOTA	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
Arena chancada	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	119.5	118.9	118.3	117.7	117.0	116.4
	# 10	97.4	96.9	96.4	95.9	95.4	94.9
	< #10	143.0	142.3	141.6	140.8	140.1	139.3
	UB TOTA	360.0	358.1	356.3	354.4	352.5	350.6
Arena natural	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	65.2	64.8	64.5	64.2	63.8	63.5
	# 10	59.9	59.6	59.2	58.9	58.6	58.3
	< #10	223.0	221.8	220.6	219.5	218.3	217.1
	UB TOTA	348.0	346.2	344.4	342.6	340.8	338.9
Piedra de 1/2"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	227.5	226.3	225.2	224.0	222.8	221.6
	3/8"	90.1	89.6	89.1	88.7	88.2	87.7
	# 4	57.1	56.8	56.5	56.2	55.9	55.6
	# 10	11.7	11.6	11.6	11.5	11.4	11.4
	< #10	93.6	93.1	92.6	92.1	91.7	91.2
	UB TOTA	480.0	477.5	475.0	472.5	470.0	467.5
Piedra de 3/4"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	UB TOTA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		1200.0	1193.8	1187.5	1181.3	1175.0	1168.8
PEN 120-150		50.0	56.3	62.5	68.8	75.0	81.3
TOTAL MUESTRA		1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0


 Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.


 Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-484

MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS

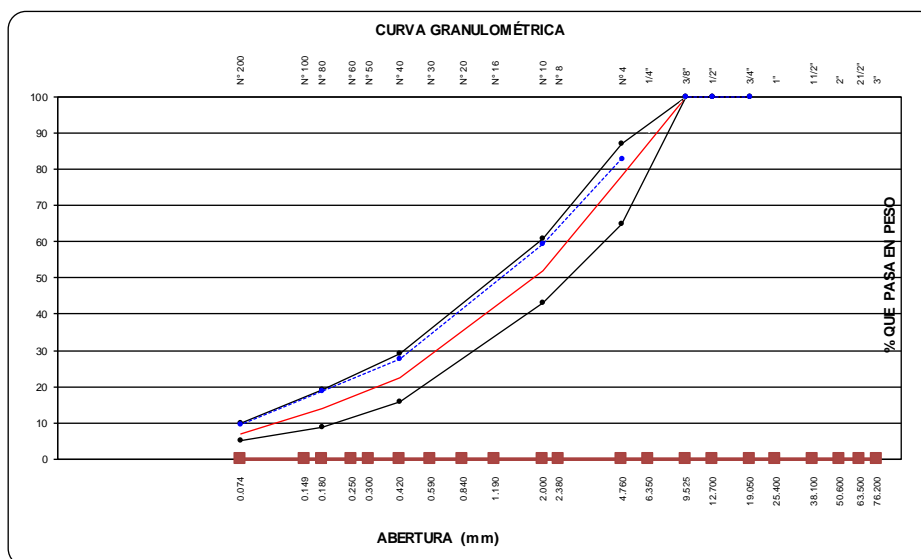
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE SUPERIOR

FECHA: 06/11/2023

COMBINACION TEORICA DE AGRGADOS PARA ASFALTO - MAC 3

Malla		Porcentajes pasantes (%)						Especificaciones
Tamiz	mm.	PIEDRAS		ARENAS			MEZCLA	MAC - 3
Agregados		3/4"	1/2"	Arena NATURAL	Arena CHANCADA	filler	100%	MTC
Proporciones		0%	0%	30%	69%	1%		
1"	25.4	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	0.0	100 - 100
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.0	100 - 100
1/2"	12.7	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.0	100 - 100
3/8"	9.525	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.0	100 - 100
Nº 4	4.76	0.00	0.00	86.24	81.31	100.00	83.0	43 - 54
Nº 8	2.36	0.00	0.00	79.27	58.07	100.00	64.8	
Nº 10	2	0.00	0.00	68.07	54.73	100.00	59.2	29 - 45
Nº 16	1.18	0.00	0.00	57.53	41.60	100.00	47.0	
Nº 30	0.6	0.00	0.00	45.87	36.87	100.00	40.2	
Nº 40	0.42	0.00	0.00	32.89	24.07	100.00	27.5	14 - 25
Nº 50	0.3	0.00	0.00	29.40	22.40	100.00	25.3	
Nº 80	0.18	0.00	0.00	24.13	15.37	100.00	18.8	8 - 17
Nº 100	0.15	0.00	0.00	12.00	13.21	80.70	13.5	
Nº 200	0.074	0.00	0.00	6.00	10.54	53.80	9.6	4 - 8
pasa		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrián Rojas Poma
Julio Adrián Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-485

MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS

TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE SUPERIOR

FECHA: 06/11/2023

ESPECIFICACIONES DE AGRGADOS PARA ASFALTO - MAC 3

Malla		Especificaciones		
Tamiz	mm.	MEZCLAS	MAC - 3	
Agregados			MTC	CURVA IDEAL
Proporciones		100		
1"	25.4		Curva Ideal	
3/4"	19.05	100.0	100 - 100	100.00
1/2"	12.7	100.0	100 - 100	100.00
3/8"	9.525	100.0	100 - 100	100.00
Nº 4	4.76	83.0	65 - 87	78.00
Nº 8	2.36	64.8		
Nº 10	2	59.2	43 - 61	52.00
Nº 16	1.18	47.0		
Nº 30	0.6	40.2		
Nº 40	0.42	27.5	16 - 29	22.50
Nº 50	0.3	25.3		
Nº 80	0.18	18.8	9-19	14.00
Nº 100	0.15	13.5		
Nº 200	0.074	9.6	5-10	7.00
pasa		0.0		

Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrián Rojas Poma
Julio Adrián Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES
CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN **CERTIFICADO:** 2023-486
MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS **TEMPERATURA AMBIENTE:** 20°C
MUESTRA: LIMITE SUPERIOR **FECHA:** 6/11/2023

PESOS DE LOS AGRGADOS PARA ASFALTO - MAC 3

Mat	% Asfalto	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
	Malla						
filler	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
	UB TOTA	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
Arena chancada	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	154.8	153.9	153.1	152.3	151.5	150.7
	# 10	220.1	218.9	217.8	216.6	215.5	214.3
	< #10	453.2	450.8	448.5	446.1	443.8	441.4
	UB TOTA	828.0	823.7	819.4	815.1	810.8	806.4
Arena natural	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	49.5	49.3	49.0	48.8	48.5	48.2
	# 10	65.4	65.1	64.7	64.4	64.1	63.7
	< #10	245.0	243.8	242.5	241.2	239.9	238.7
	UB TOTA	360.0	358.1	356.3	354.4	352.5	350.6
Piedra de 1/2"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	UB TOTA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Piedra de 3/4"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	UB TOTA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		1200.0	1193.8	1187.5	1181.3	1175.0	1168.8
PEN 120-150		50.0	56.3	62.5	68.8	75.0	81.3
TOTAL MUESTRA		1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0


 Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.


 Julio Adrián Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-484

MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS

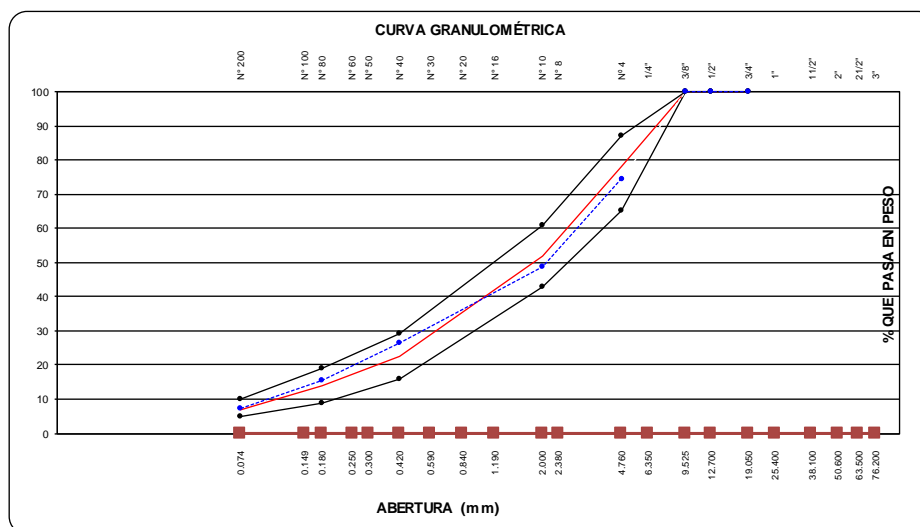
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE MEDIO

FECHA: 06/11/2023

COMBINACION TEORICA DE AGRGADOS PARA ASFALTO - MAC 3

Malla		Porcentajes pasantes (%)						Especificaciones
Tamiz	mm.	PIEDRAS		ARENAS			MEZCLA	MAC - 3
Agregados		3/4"	1/2"	Arena NATURAL	Arena CHANCADA	filler	100%	MTC
Proporciones		0%	0%	10%	89%	1%		
1"	25.4	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	0.0	100 - 100
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.0	100 - 100
1/2"	12.7	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.0	100 - 100
3/8"	9.525	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.0	100 - 100
Nº 4	4.76	0.00	0.00	89.24	72.80	100.00	74.7	43 - 54
Nº 8	2.36	0.00	0.00	79.27	50.30	100.00	53.7	
Nº 10	2	0.00	0.00	68.07	45.87	100.00	48.6	29 - 45
Nº 16	1.18	0.00	0.00	57.53	36.22	100.00	39.0	
Nº 30	0.6	0.00	0.00	45.87	29.47	100.00	31.8	
Nº 40	0.42	0.00	0.00	32.89	24.70	100.00	26.3	14 - 25
Nº 50	0.3	0.00	0.00	29.40	21.87	100.00	23.4	
Nº 80	0.18	0.00	0.00	24.13	13.50	100.00	15.4	8 - 17
Nº 100	0.15	0.00	0.00	12.00	11.33	80.70	12.1	
Nº 200	0.074	0.00	0.00	6.00	6.70	53.80	7.1	4 - 8
pasa		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrián Rojas Poma
Julio Adrián Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-485

MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS

TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE MEDIO

FECHA: 06/11/2023

ESPECIFICACIONES DE AGRGADOS PARA ASFALTO - MAC 3

Malla		Especificaciones		
Tamiz	mm.			
Agregados		MEZCLAS	MAC - 3	
			MTC	CURVA IDEAL
Proporciones		100		
1"	25.4		Curva Ideal	
3/4"	19.05	100.0	100 - 100	100.00
1/2"	12.7	100.0	100 - 100	100.00
3/8"	9.525	100.0	100 - 100	100.00
Nº 4	4.76	74.7	65 - 87	78.00
Nº 8	2.36	53.7		
Nº 10	2	48.6	43 - 61	52.00
Nº 16	1.18	39.0		
Nº 30	0.6	31.8		
Nº 40	0.42	26.3	16 - 29	22.50
Nº 50	0.3	23.4		
Nº 80	0.18	15.4	9--19	14.00
Nº 100	0.15	12.1		
Nº 200	0.074	7.1	5--10	7.00
pasa		0.0		

Juan Ernesto Tejada Díaz
 Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrián Rojas Poma
 Julio Adrián Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-486

MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS

TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE MEDIO

FECHA: 6/11/2023

PESOS DE LOS AGREGADOS PARA ASFALTO - MAC 3

Mat	% Asfalto	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
filler	Malla						
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
Arena chancada	UB TOTAL	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	290.5	289.0	287.5	286.0	284.4	282.9
	# 10	287.6	286.1	284.7	283.2	281.7	280.2
	< #10	489.9	487.3	484.8	482.2	479.7	477.1
Arena natural	UB TOTAL	1068.0	1062.4	1056.9	1051.3	1045.8	1040.2
	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	12.9	12.8	12.8	12.7	12.6	12.6
	# 10	25.4	25.3	25.1	25.0	24.9	24.7
Piedra de 1/2"	< #10	81.7	81.3	80.8	80.4	80.0	79.6
	UB TOTAL	120.0	119.4	118.8	118.1	117.5	116.9
Piedra de 3/4"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL MUESTRA	UB TOTAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		1200.0	1193.8	1187.5	1181.3	1175.0	1168.8
	PEN 120-150	50.0	56.3	62.5	68.8	75.0	81.3
		1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0

Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adán Rojas Poma
Julio Adán Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-484

MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS

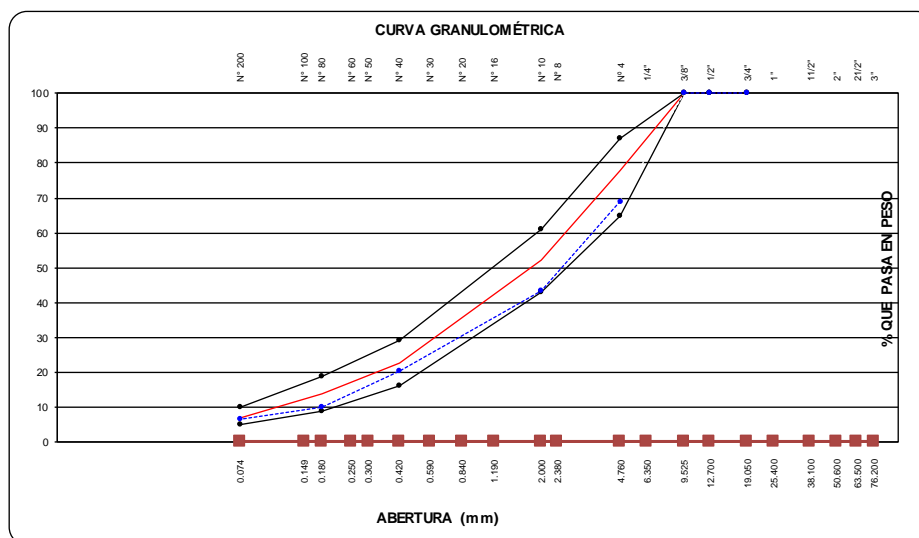
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE INFERIOR

FECHA: 06/11/2023

COMBINACION TEORICA DE AGRGADOS PARA ASFALTO - MAC 3

Malla		Porcentajes pasantes (%)						Especificaciones
Tamiz	mm.	PIEDRAS		ARENAS			MEZCLA	MAC - 3
Agregados		3/4"	1/2"	Arena NATURAL	Arena CHANCADA	filler	100%	MTC
Proporciones		0%	0%	13%	86%	1%		
1"	25.4	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	0.0	100 - 100
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.0	100 - 100
1/2"	12.7	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.0	100 - 100
3/8"	9.525	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.0	100 - 100
Nº 4	4.76	0.00	0.00	81.27	66.80	100.00	69.0	43 - 54
Nº 8	2.36	0.00	0.00	69.27	48.07	100.00	51.3	
Nº 10	2	0.00	0.00	64.07	39.73	100.00	43.5	29 - 45
Nº 16	1.18	0.00	0.00	47.53	32.60	100.00	35.2	
Nº 30	0.6	0.00	0.00	36.87	19.87	100.00	22.9	
Nº 40	0.42	0.00	0.00	34.47	17.07	100.00	20.2	14 - 25
Nº 50	0.3	0.00	0.00	28.47	10.53	100.00	13.8	
Nº 80	0.18	0.00	0.00	19.40	7.50	100.00	10.0	8 - 17
Nº 100	0.15	0.00	0.00	12.30	6.10	80.70	7.7	
Nº 200	0.074	0.00	0.00	8.70	5.80	53.80	6.7	4 - 8
pasa		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrián Rojas Poma
Julio Adrián Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES
CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN **CERTIFICADO:** 2023-485
MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS **TEMPERATURA AMBIENTE:** 20°C
MUESTRA: LIMITE INFERIOR **FECHA:** 06/11/2023

ESPECIFICACIONES DE AGRGADOS PARA ASFALTO - MAC 3

Malla		Especificaciones		
Tamiz	mm.	MEZCLAS	MAC - 3	
Agregados			MTC	CURVA IDEAL
Proporciones		100		
1"	25.4		Curva Ideal	
3/4"	19.05	100.0	100 - 100	100.00
1/2"	12.7	100.0	100 - 100	100.00
3/8"	9.525	100.0	100 - 100	100.00
Nº 4	4.76	69.0	65 - 87	78.00
Nº 8	2.36	51.3		
Nº 10	2	43.5	43 - 61	52.00
Nº 16	1.18	35.2		
Nº 30	0.6	22.9		
Nº 40	0.42	20.2	16 - 29	22.50
Nº 50	0.3	13.8		
Nº 80	0.18	10.0	9-19	14.00
Nº 100	0.15	7.7		
Nº 200	0.074	6.7	5-10	7.00
pasa		0.0		


 Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.


 Julio Adrián Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-486

MATERIAL: AGREGADO GRUESOS Y FINOS

TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE INFERIOR

FECHA: 6/11/2023

PESOS DE LOS AGREGADOS PARA ASFALTO - MAC 3

Mat	% Asfalto	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
	Malla						
filler	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
	UB TOTA	12.0	11.9	11.9	11.8	11.8	11.7
Arena chancada	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	342.6	340.8	339.1	337.3	335.5	333.7
	# 10	279.3	277.9	276.4	275.0	273.5	272.1
	< #10	410.0	407.9	405.8	403.6	401.5	399.4
	UB TOTA	1032.0	1026.6	1021.3	1015.9	1010.5	1005.1
Arena natural	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	29.2	29.1	28.9	28.8	28.6	28.5
	# 10	26.8	26.7	26.6	26.4	26.3	26.1
	< #10	99.9	99.4	98.9	98.4	97.9	97.3
	UB TOTA	156.0	155.2	154.4	153.6	152.8	151.9
Piedra de 1/2"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	UB TOTA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Piedra de 3/4"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3/8"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	# 10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	< #10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	UB TOTA	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		1200.0	1193.8	1187.5	1181.3	1175.0	1168.8
PEN 120-150		50.0	56.3	62.5	68.8	75.0	81.3
TOTAL MUESTRA		1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0	1250.0

Juan Ernesto Tejada Díaz
 Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
 Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

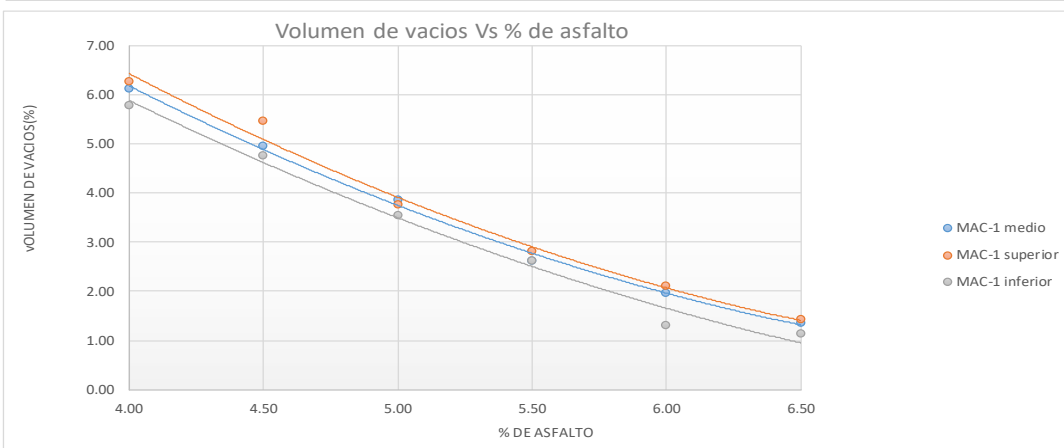
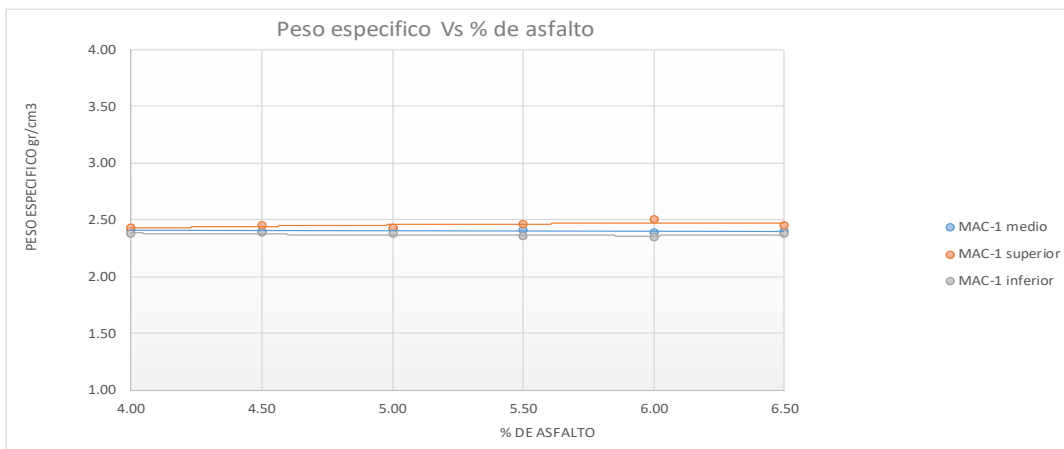
CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN **IDENTIFICACION:** 2023-513

MATERIAL: CEMENTO ASFALTICO PEN 120-150 **TEMPERATURA AMBIENTE:** 20°C

MUESTRA: DISEÑO MAC-1 **FECHA:** 21/06/2022

PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
PESO ESPECIFICO	SUPERIOR	gr/cm ³	2.43	2.45	2.43	2.46	2.50	2.45
	MEDIO	gr/cm ³	2.40	2.40	2.41	2.40	2.39	2.40
	INFERIOR	gr/cm ³	2.37	2.39	2.37	2.35	2.35	2.37
VOLUMEN DE VACIOS (Va)	SUPERIOR	%	6.26	5.45	3.75	2.80	2.11	1.43
	MEDIO	%	6.11	4.96	3.85	2.62	1.97	1.35
	INFERIOR	%	5.77	4.75	3.53	2.62	1.31	1.13



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrián Rojas Poma
Julio Adrián Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-514

MATERIAL: CEMENTO ASFALTICO PEN 120-150

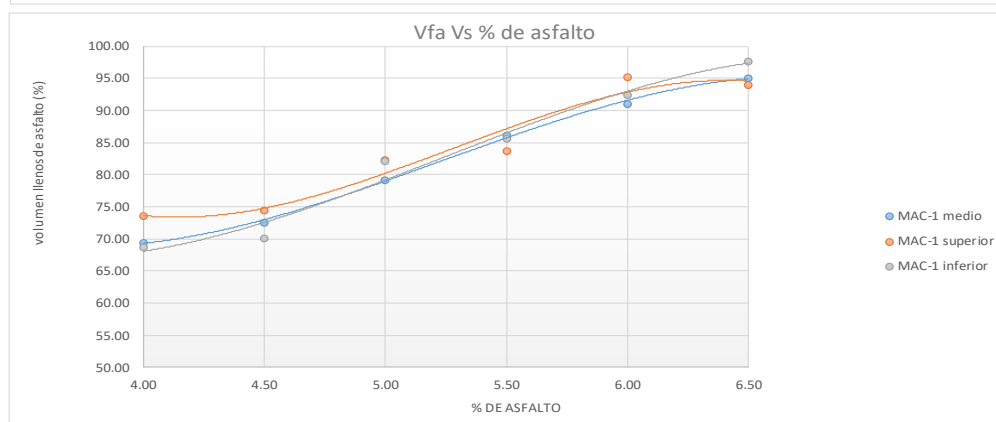
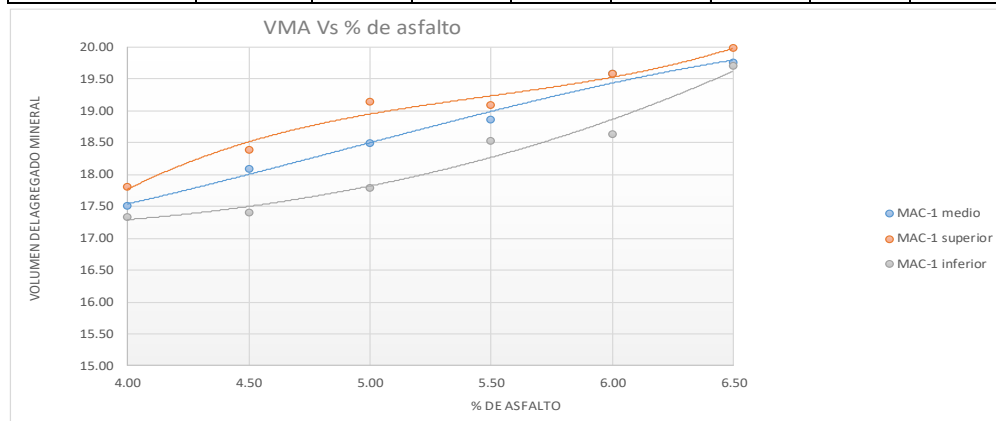
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: DISEÑO MAC-1

FECHA: 21/06/2022

PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
VACIOS EN EL AGREGADO MINERAL (VMA)	SUPERIOR	%	17.80	18.39	19.14	19.08	19.57	19.98
	MEDIO	%	17.51	18.08	18.49	18.85	19.57	19.75
	INFERIOR	%	17.33	17.40	17.79	18.52	18.63	19.69
VACIOS LLENOS CON ASFALTOS (VFA)	SUPERIOR	%	73.55	74.48	82.26	83.67	95.29	93.94
	MEDIO	%	69.47	72.60	79.20	86.14	91.05	95.12
	INFERIOR	%	68.78	70.10	82.10	85.60	92.41	97.68



Juan Ernesto Tejada Díaz
 Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio A. Rojas Poma
 Julio A. Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-515

MATERIAL: CEMENTO ASFALTICO PEN 120-150

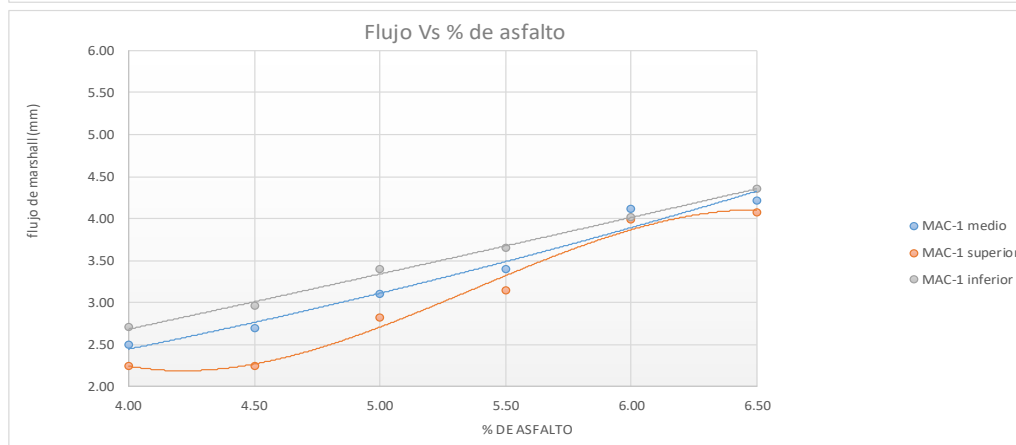
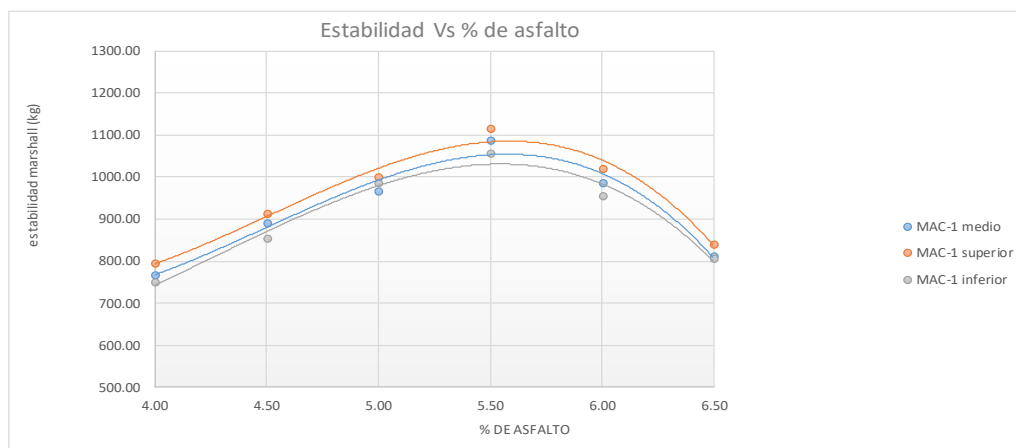
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: DISEÑO MAC-1

FECHA: 21/06/2022

PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
ESTABILIDAD	SUPERIOR	Kg.	794.0	913.1	1000.0	1114.5	1020.7	841.2
	MEDIO	Kg.	767.5	889.7	967.3	1087.9	987.0	812.0
	INFERIOR	Kg.	750.5	853.4	985.0	1055.9	956.3	807.3
FLIJO	SUPERIOR	mm	2.24	2.25	2.82	3.15	3.99	4.08
	MEDIO	mm	2.50	2.70	3.10	3.40	4.12	4.22
	INFERIOR	mm	2.70	2.96	3.40	3.65	4.02	4.36



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.L.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.L.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-530

MATERIAL: CEMENTO ASFALTICO PEN 120-150

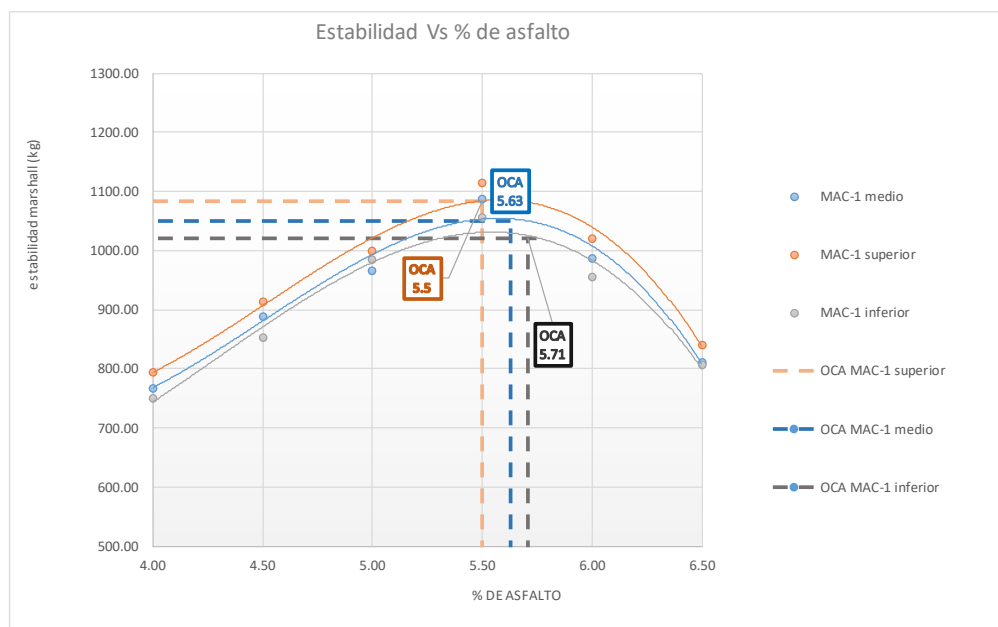
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: DISEÑO MAC-1

FECHA: 21/06/2022

PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
ESTABILIDAD	SUPERIOR	Kg.	794.0	913.1	1000.0	1114.5	1020.7	841.2
	MEDIO	Kg.	767.5	889.7	967.3	1087.9	987.0	812.0
	INFERIOR	Kg.	750.5	853.4	985.0	1055.9	956.3	807.3



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
JEFE DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrián Rojas Poma
Julio Adrián Rojas Poma
TÉCNICO DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

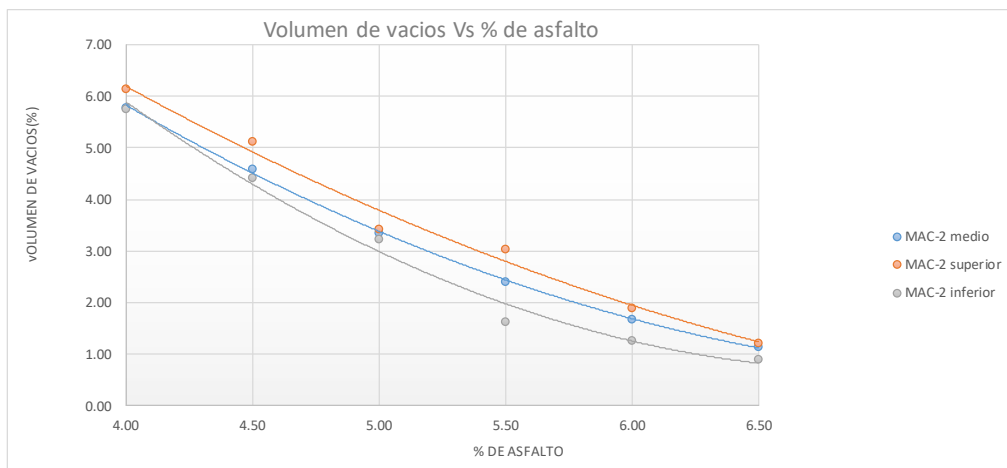
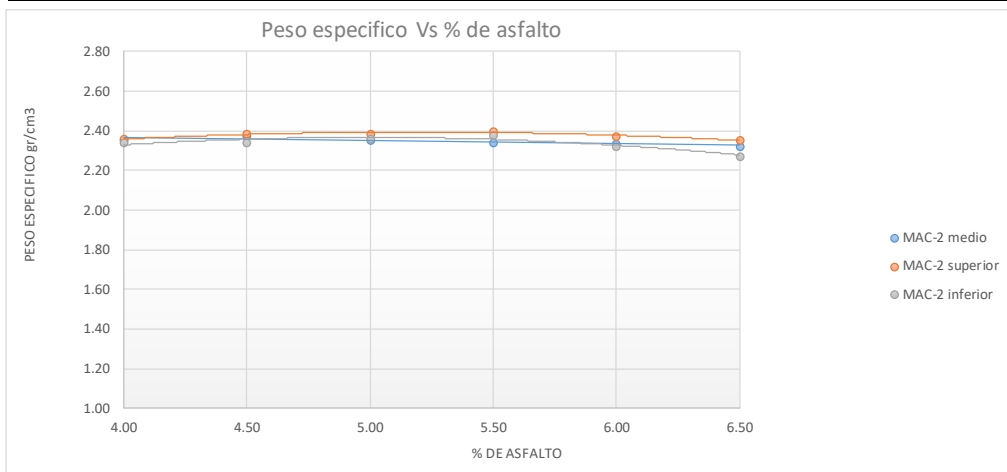
CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN **IDENTIFICACION:** 2023-516

MATERIAL: CEMENTO ASFALTICO PEN 120-150 **TEMPERATURA AMBIENTE:** 20°C

MUESTRA: DISEÑO MAC-2 **FECHA:** 21/06/2022

PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
PESO ESPECIFICO	SUPERIOR	gr/cm3	2.36	2.39	2.39	2.40	2.37	2.35
	MEDIO	gr/cm3	2.36	2.37	2.36	2.34	2.34	2.32
	INFERIOR	gr/cm3	2.34	2.34	2.36	2.38	2.33	2.27
VOLUMEN DE VACIOS (Va)	SUPERIOR	%	6.15	5.13	3.43	3.06	1.89	1.23
	MEDIO	%	5.79	4.60	3.35	2.42	1.67	1.14
	INFERIOR	%	5.77	4.42	3.25	1.62	1.27	0.90



Juan Ernesto Tejeda Díaz
Juan Ernesto Tejeda Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Ascar Rojas Poma
Julio Ascar Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-517

MATERIAL: CEMENTO ASFALTICO PEN 120-150

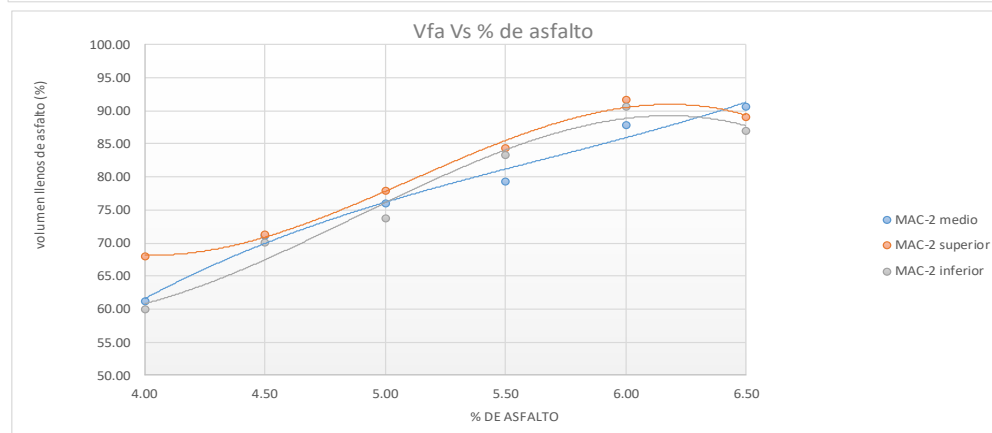
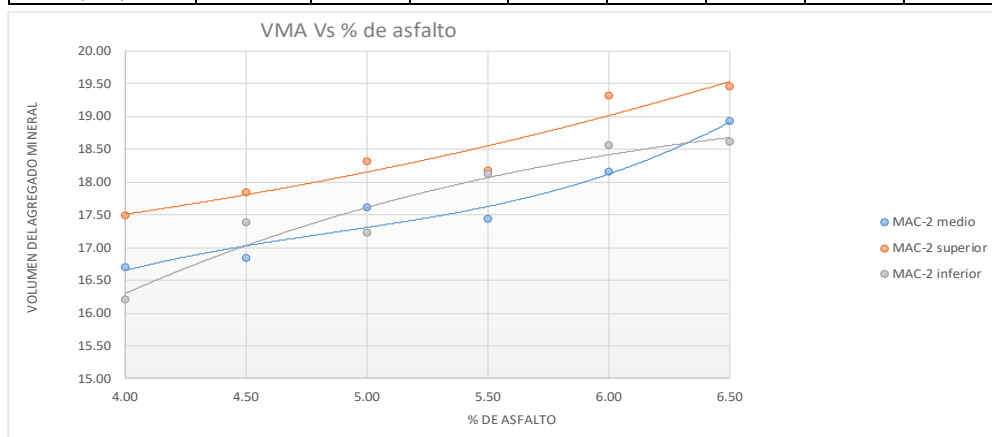
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: DISEÑO MAC-2

FECHA: 21/06/2022

PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSA EMPLEANDO MARSHALL

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
VACIOS EN EL AGREGADO MINERAL (VMA)	SUPERIOR	%	17.48	17.84	18.30	18.17	19.32	19.45
	MEDIO	%	16.70	16.83	17.60	17.44	18.16	18.92
	INFERIOR	%	16.20	17.39	17.23	18.11	18.56	18.62
VACIOS LLENOS CON ASFALTOS (VFA)	SUPERIOR	%	67.99	71.37	77.96	84.30	91.65	89.02
	MEDIO	%	61.18	71.07	75.95	79.40	87.82	90.71
	INFERIOR	%	60.00	70.11	73.84	83.34	90.73	87.08



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.

Julio Adán Rojas Poma
Julio Adán Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-518

MATERIAL: CEMENTO ASFALTICO PEN 120-150

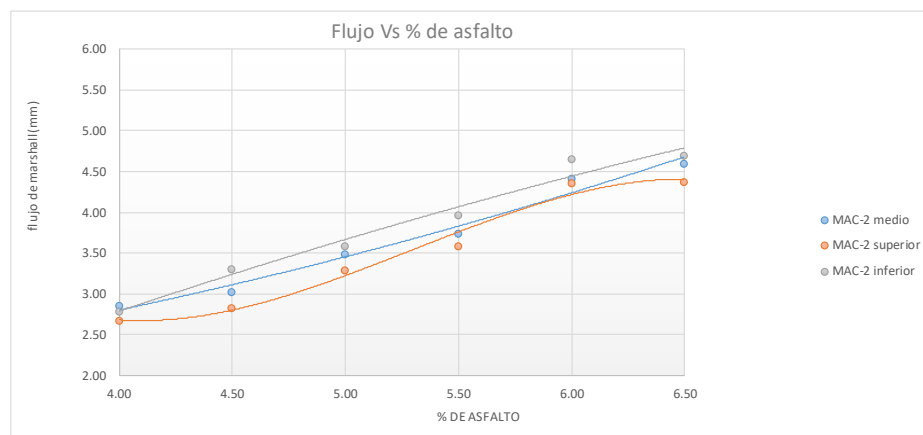
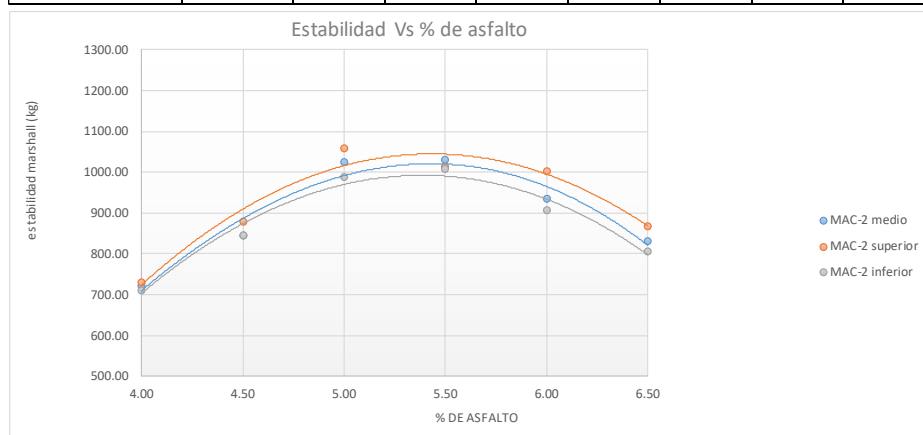
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: DISEÑO MAC-2

FECHA: 21/06/2022

PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSA EMPLEANDO MARSHALL

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
ESTABILIDAD	SUPERIOR	Kg.	730.5	881.3	1058.4	1014.7	1003.7	868.5
	MEDIO	Kg.	722.2	846.7	1025.0	1031.6	936.7	831.2
	INFERIOR	Kg.	712.5	845.7	989.0	1007.9	907.0	807.2
FLIJO	SUPERIOR	mm	2.66	2.82	3.29	3.58	4.36	4.37
	MEDIO	mm	2.85	3.02	3.49	3.74	4.41	4.60
	INFERIOR	mm	2.79	3.30	3.58	3.97	4.66	4.70



Juan Ernesto Tejada Díaz
 Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.L.R.L.

Julio Alejandro Rojas Poma
 Julio Alejandro Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.L.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-529

MATERIAL: CEMENTO ASFALTICO PEN 120-150

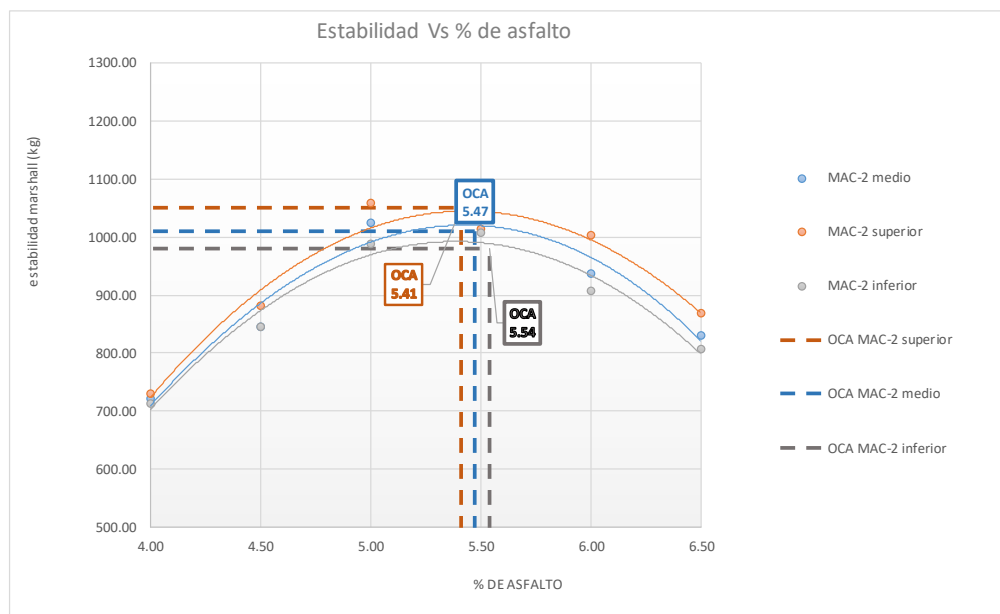
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: DISEÑO MAC-2

FECHA: 21/06/2022

PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSA EMPLEANDO MARSHALL

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
ESTABILIDAD	SUPERIOR	Kg.	794.0	913.1	1000.0	1114.5	1020.7	841.2
	MEDIO	Kg.	767.5	889.7	967.3	1087.9	987.0	812.0
	INFERIOR	Kg.	750.5	853.4	985.0	1055.9	956.3	807.3



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
JEFE DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrián Rojas Poma
Julio Adrián Rojas Poma
TÉCNICO DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

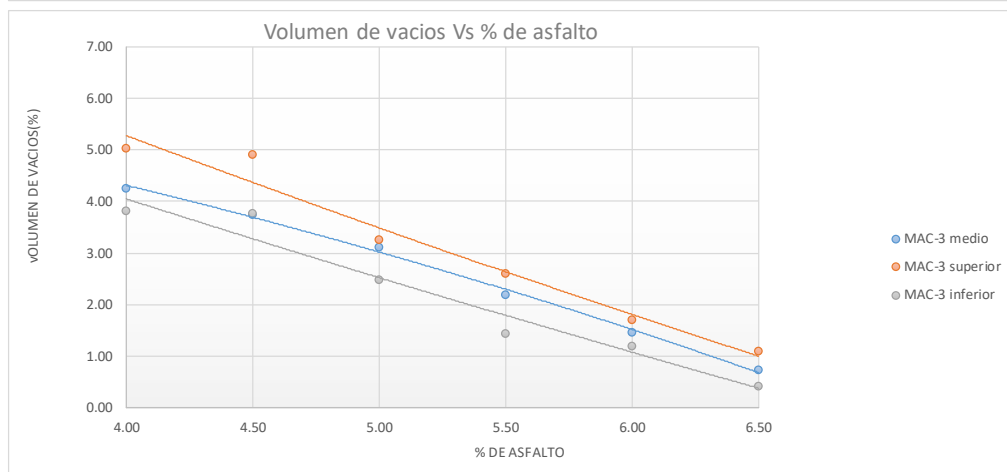
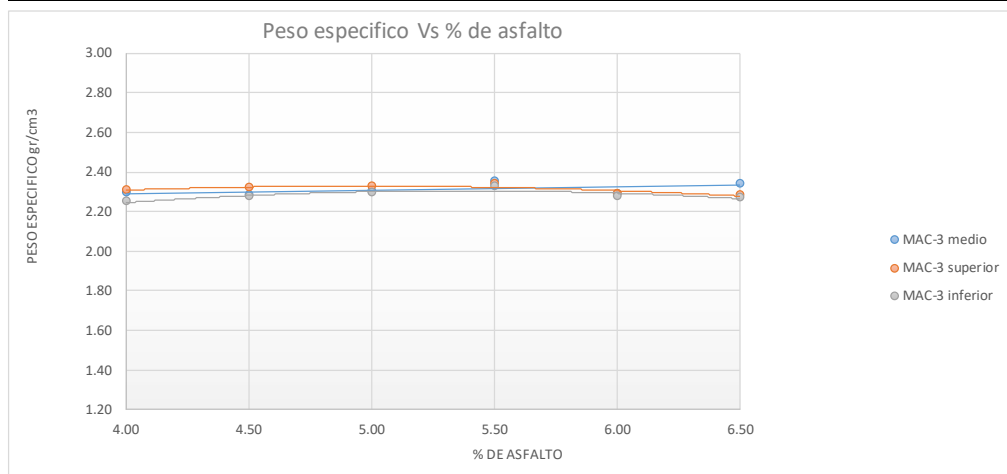
CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN LABORATORIO 2023-519

MATERIAL: CEMENTO ASFALTICO PEN 120-150 TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: DISEÑO MAC-3 FECHA: 21/06/2022

PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
PESO ESPECIFICO	SUPERIOR	gr/cm ³	2.31	2.32	2.33	2.34	2.29	2.29
	MEDIO	gr/cm ³	2.29	2.28	2.30	2.35	2.29	2.34
	INFERIOR	gr/cm ³	2.25	2.28	2.29	2.32	2.28	2.27
VOLUMEN DE VACIOS (Va)	SUPERIOR	%	5.03	4.91	3.24	2.59	1.69	1.10
	MEDIO	%	4.26	3.75	3.12	2.19	1.47	0.73
	INFERIOR	%	3.81	3.76	2.49	1.43	1.19	0.42



Juan Ernesto Tejada Diaz
 Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX ELRL

Julio Adrian Rojas Poma
 Julio Adrian Rojas Poma
 TECNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX ELRL



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL VALOR ÓPTIMO DE COMBINACIÓN GRANULOMÉTRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

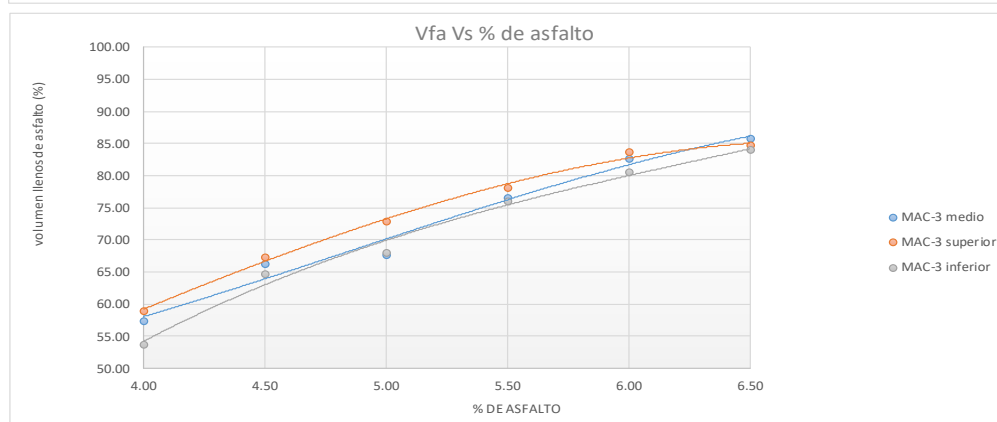
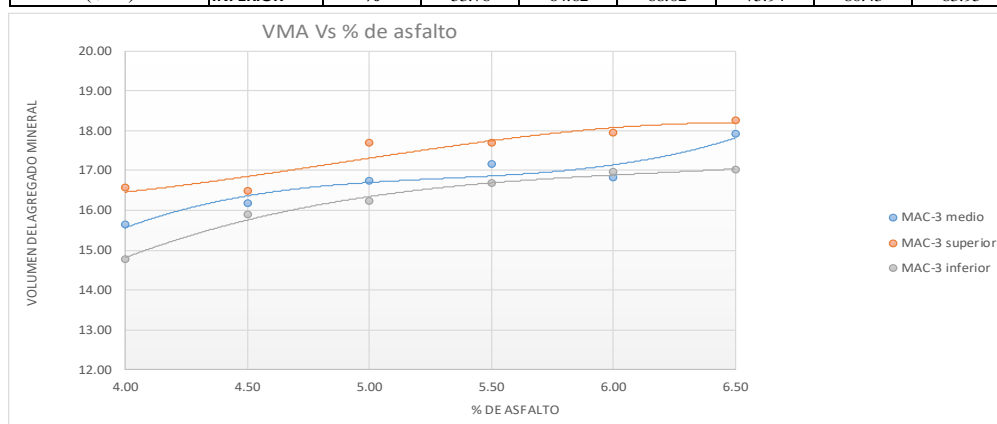
CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN **CERTIFICADO:** 2023-520

MATERIAL: CEMENTO ASFÁLTICO PEN 120-150 **TEMPERATURA AMBIENTE:** 20°C

MUESTRA: DISEÑO MAC-3 **FECHA:** 21/06/2022

PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSA EMPLEANDO MARSHALL

CEMENTO ASFÁLTICO	LÍMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
VACIOS EN EL AGREGADO MINERAL (VMA)	SUPERIOR	%	16.57	16.49	17.70	17.69	17.94	18.26
	MEDIO	%	15.64	16.17	16.74	17.16	16.82	17.92
	INFERIOR	%	14.78	15.89	16.21	16.68	16.96	17.01
VACIOS LLENOS CON ASFALTOS (VFA)	SUPERIOR	%	58.98	67.33	72.92	78.05	83.57	84.77
	MEDIO	%	57.41	66.19	67.67	76.59	82.55	85.77
	INFERIOR	%	53.76	64.62	68.02	75.94	80.43	83.95



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio A. Rojas Poma
Julio A. Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACIÓN DEL VALOR ÓPTIMO DE COMBINACIÓN GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

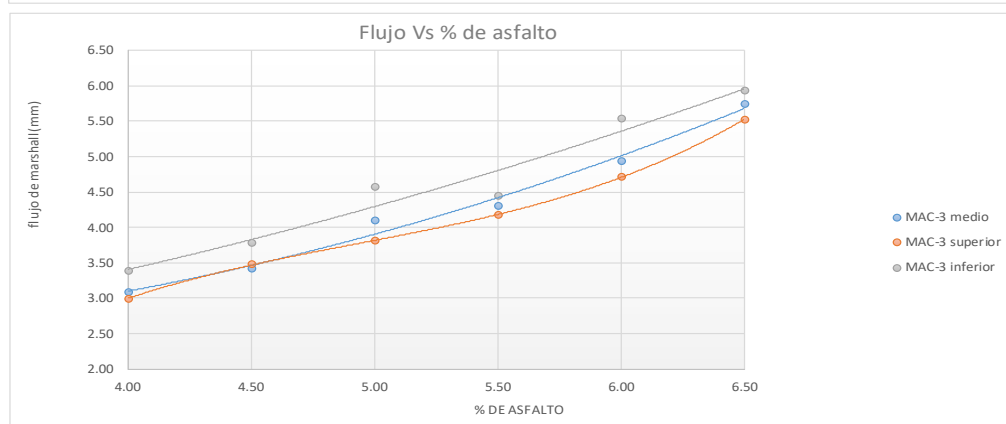
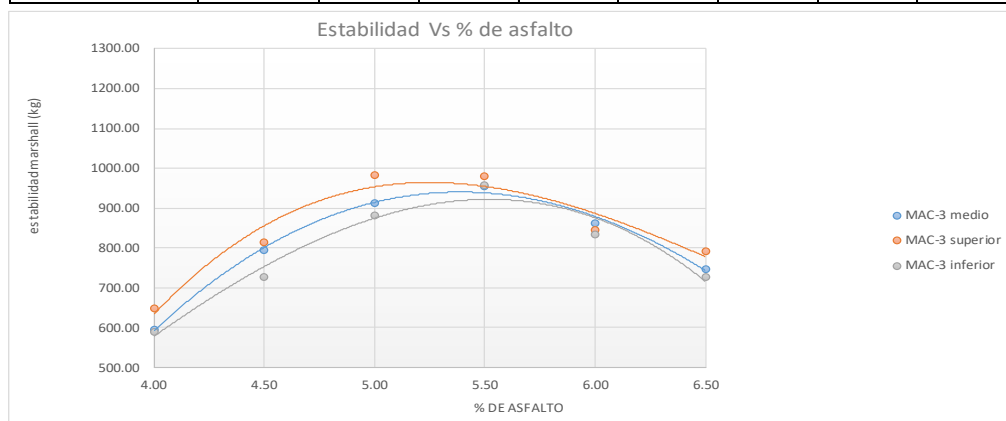
CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN **CERTIFICADO:** 2023-521

MATERIAL: CEMENTO ASFALTICO PEN 120-150 **TEMPERATURA AMBIENTE:** 20°C

MUESTRA: DISEÑO MAC-3 **FECHA:** 21/06/2022

PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSA EMPLEANDO MARSHALL

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
ESTABILIDAD	SUPERIOR	Kg.	648.5	814.7	982.4	980.4	846.0	791.3
	MEDIO	Kg.	596.3	794.3	913.6	955.5	862.0	747.7
	INFERIOR	Kg.	588.7	728.3	883.3	957.6	835.7	727.5
FLUJO	SUPERIOR	mm	3.00	3.47	3.81	4.17	4.71	5.52
	MEDIO	mm	3.08	3.41	4.10	4.31	4.93	5.74
	INFERIOR	mm	3.39	3.78	4.57	4.44	5.54	5.93



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio César Rojas Poma
Julio César Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

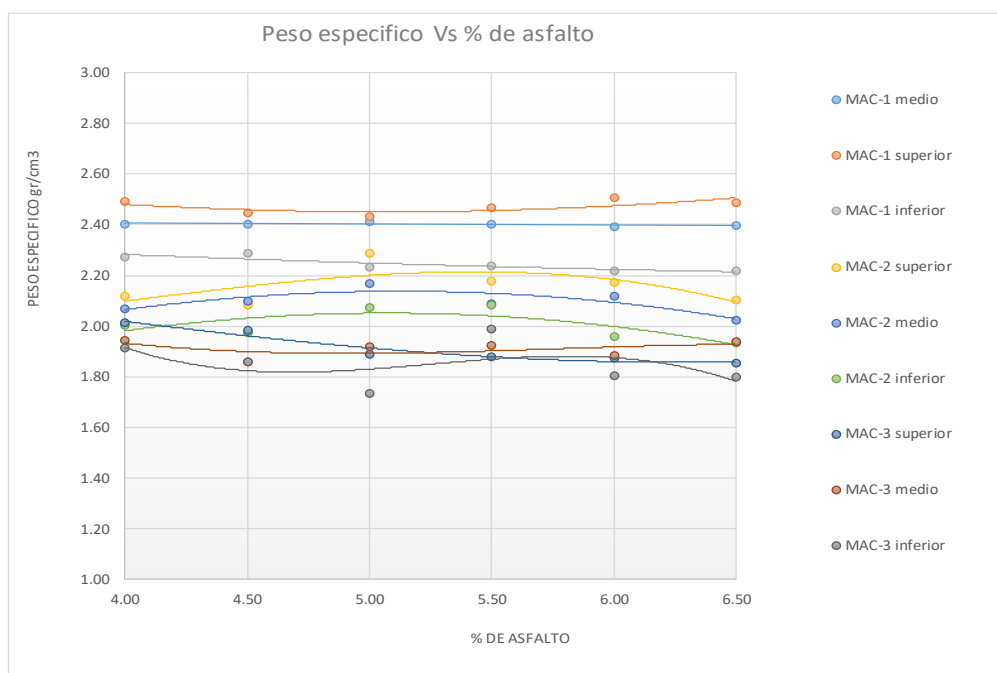
CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN **CERTIFICADO:** 2023-522

MATERIAL: CEMENTO ASFALTICO PEN 120-150 **TEMPERATURA AMBIENTE:** 20°C

MUESTRA: RESUMEN MAC **FECHA:** 21/06/2022

PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
PESO ESPECIFICO	MAC-1 SUPERIOR	gr/cm3	2.49	2.45	2.43	2.46	2.50	2.49
	MAC-1 MEDIO	gr/cm3	2.40	2.40	2.41	2.40	2.39	2.40
	MAC-1 INFERIOR	gr/cm3	2.27	2.29	2.23	2.24	2.22	2.22
	MAC-2 SUPERIOR	gr/cm3	2.12	2.09	2.29	2.18	2.17	2.10
	MAC-2 MEDIO	gr/cm3	2.07	2.10	2.17	2.09	2.12	2.02
	MAC-2 INFERIOR	gr/cm3	2.00	1.97	2.08	2.08	1.96	1.94
	MAC-3 SUPERIOR	gr/cm3	2.01	1.99	1.89	1.88	1.87	1.85
	MAC-3 MEDIO	gr/cm3	1.95	1.86	1.92	1.92	1.88	1.94
	MAC-3 INFERIOR	gr/cm3	1.91	1.86	1.74	1.99	1.80	1.80



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.L.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TECNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.L.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMÉÓN

CERTIFICADO: 2023-523

MATERIAL: CEMENTO ASFALTICO PEN 120-150

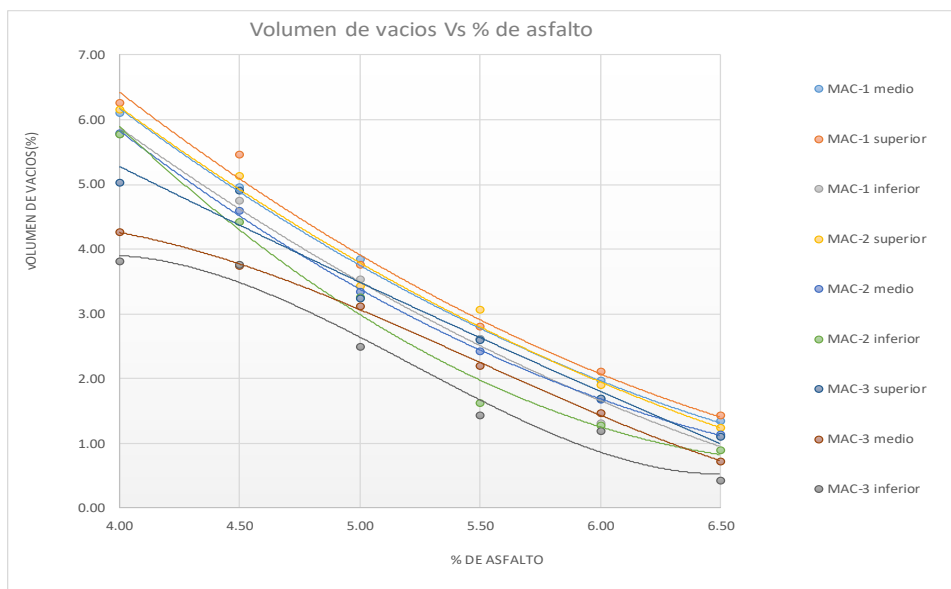
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: RESUMEN MAC

FECHA: 21/06/2022

PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
VOLUMEN DE VACIOS (Va)	MAC-1 SUPERIOR	%	6.26	5.45	3.75	2.80	2.11	1.43
	MAC-1 MEDIO	%	6.11	4.96	3.85	2.62	1.97	1.35
	MAC-1 INFERIOR	%	5.77	4.75	3.53	2.62	1.31	1.13
	MAC-2 SUPERIOR	%	6.15	5.13	3.43	3.06	1.89	1.23
	MAC-2 MEDIO	%	5.79	4.60	3.35	2.42	1.67	1.14
	MAC-2 INFERIOR	%	5.77	4.42	3.25	1.62	1.27	0.90
	MAC-3 SUPERIOR	%	5.03	4.91	3.24	2.59	1.69	1.10
	MAC-3 MEDIO	%	4.26	3.75	3.12	2.19	1.47	0.73
	MAC-3 INFERIOR	%	3.81	3.76	2.49	1.43	1.19	0.42



Juan Ernesto Tejada Díaz
 Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.L.R.L.

Julio Adán Rojas Poma
 Julio Adán Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.L.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

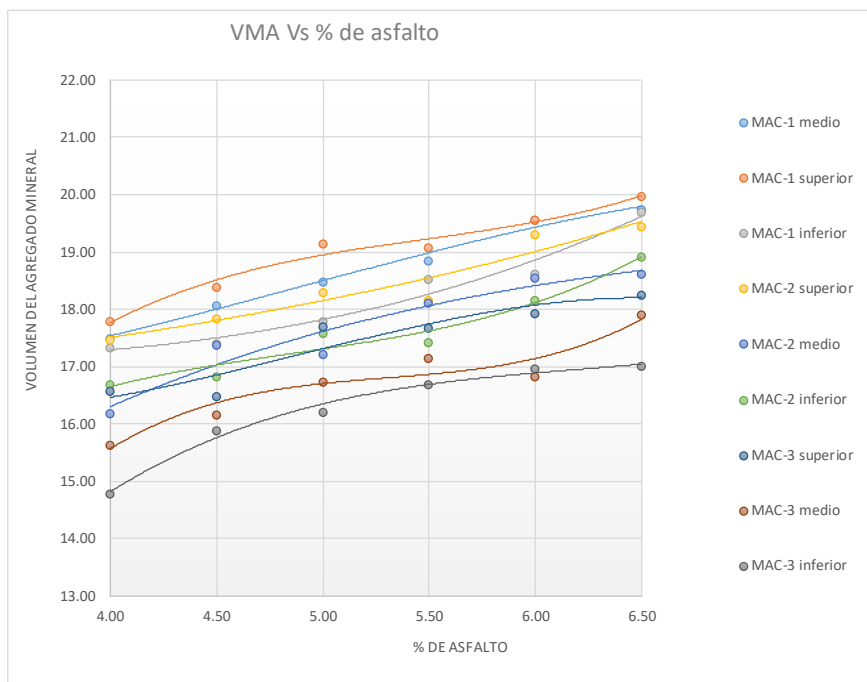
CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN **CERTIFICADO:** 2023-524

MATERIAL: CEMENTO ASFALTICO PEN 120-150 **TEMPERATURA AMBIENTE:** 20°C

MUESTRA: RESUMEN MAC **FECHA:** 21/06/2022

PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
VACIOS EN EL AGREGADO MINERALI (VMA)	MAC-1 SUPERIOR	%	17.80	18.39	19.14	19.08	19.57	19.98
	MAC-1 MEDIO	%	17.51	18.08	18.49	18.85	19.57	19.75
	MAC-1 INFERIOR	%	17.33	17.40	17.79	18.52	18.63	19.69
	MAC-2 SUPERIOR	%	17.48	17.84	18.30	18.17	19.32	19.45
	MAC-2 MEDIO	%	16.70	16.83	17.60	17.44	18.16	18.92
	MAC-2 INFERIOR	%	16.20	17.39	17.23	18.11	18.56	18.62
	MAC-3 SUPERIOR	%	16.57	16.49	17.70	17.69	17.94	18.26
	MAC-3 MEDIO	%	15.64	16.17	16.74	17.16	16.82	17.92
	MAC-3 INFERIOR	%	14.78	15.89	16.21	16.68	16.96	17.01



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
JEFE DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrián Rojas Poma
Julio Adrián Rojas Poma
TÉCNICO DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-525

MATERIAL: CEMENTO ASFALTICO PEN 120-150

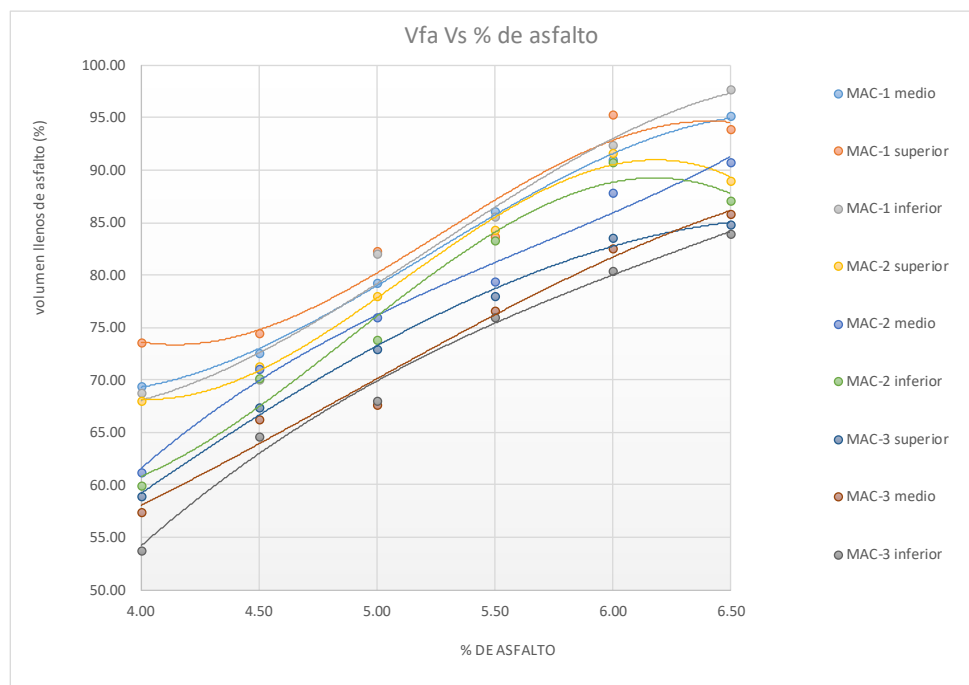
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: RESUMEN MAC

FECHA: 21/06/2022

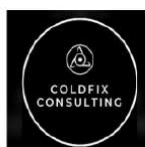
PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
VACIOS LLENOS CON ASFALTOS (VFA)	MAC-1 SUPERIOR	%	73.55	74.48	82.26	83.67	95.29	93.94
	MAC-1 MEDIO	%	69.47	72.60	79.20	86.14	91.05	95.12
	MAC-1 INFERIOR	%	68.78	70.10	82.10	85.60	92.41	97.68
	MAC-2 SUPERIOR	%	67.99	71.37	77.96	84.30	91.65	89.02
	MAC-2 MEDIO	%	61.18	71.07	75.95	79.40	87.82	90.71
	MAC-2 INFERIOR	%	60.00	70.11	73.84	83.34	90.73	87.08
	MAC-3 SUPERIOR	%	58.98	67.33	72.92	78.05	83.57	84.77
	MAC-3 MEDIO	%	57.41	66.19	67.67	76.59	82.55	85.77
	MAC-3 INFERIOR	%	53.76	64.62	68.02	75.94	80.43	83.95



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrián Rojas Poma
Julio Adrián Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-526

MATERIAL: CEMENTO ASFALTICO PEN 120-150

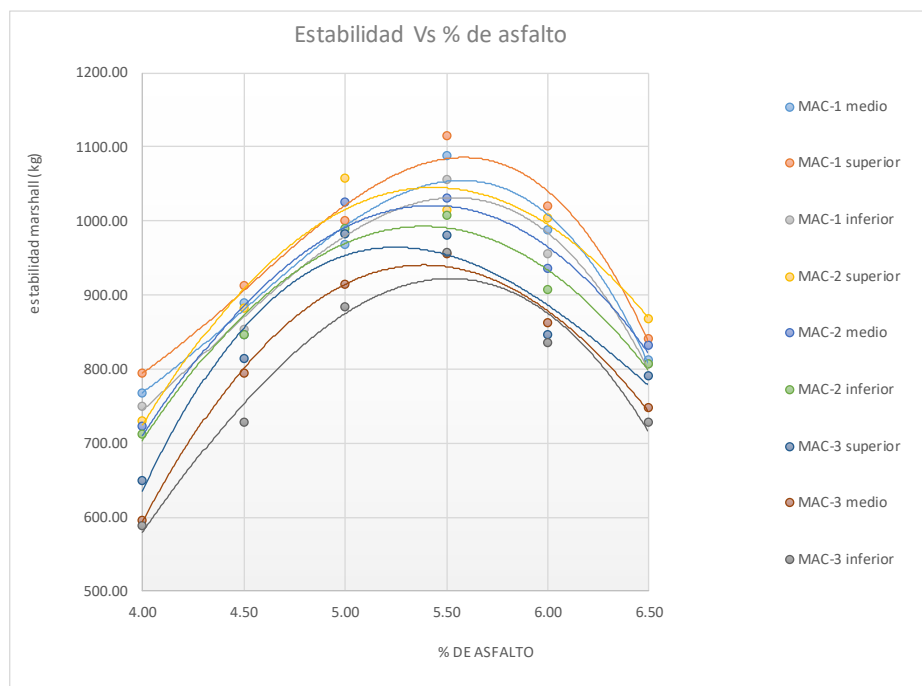
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: RESUMEN MAC

FECHA: 21/06/2022

PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
ESTABILIDAD	MAC-1 SUPERIOR	kg.	793.98	913.11	1000.00	1114.55	1020.68	841.19
	MAC-1 MEDIO	kg.	767.49	889.70	967.32	1087.91	987.00	812.00
	MAC-1 INFERIOR	kg.	750.49	853.41	985.03	1055.91	956.33	807.27
	MAC-2 SUPERIOR	kg.	730.51	881.30	1058.36	1014.73	1003.67	868.46
	MAC-2 MEDIO	kg.	722.23	846.70	1025.00	1031.64	936.66	831.19
	MAC-2 INFERIOR	kg.	712.49	845.70	989.00	1007.91	907.00	807.19
	MAC-3 SUPERIOR	kg.	648.49	814.70	982.36	980.36	846.00	791.27
	MAC-3 MEDIO	kg.	596.26	794.30	913.64	955.55	862.00	747.73
	MAC-3 INFERIOR	kg.	588.74	728.30	883.32	957.64	835.67	727.54



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
JEFE DE LABORATORIO
GOLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
TÉCNICO DE LABORATORIO
GOLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA
PROYECTO: MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-527

MATERIAL: CEMENTO ASFALTICO PEN 120-150

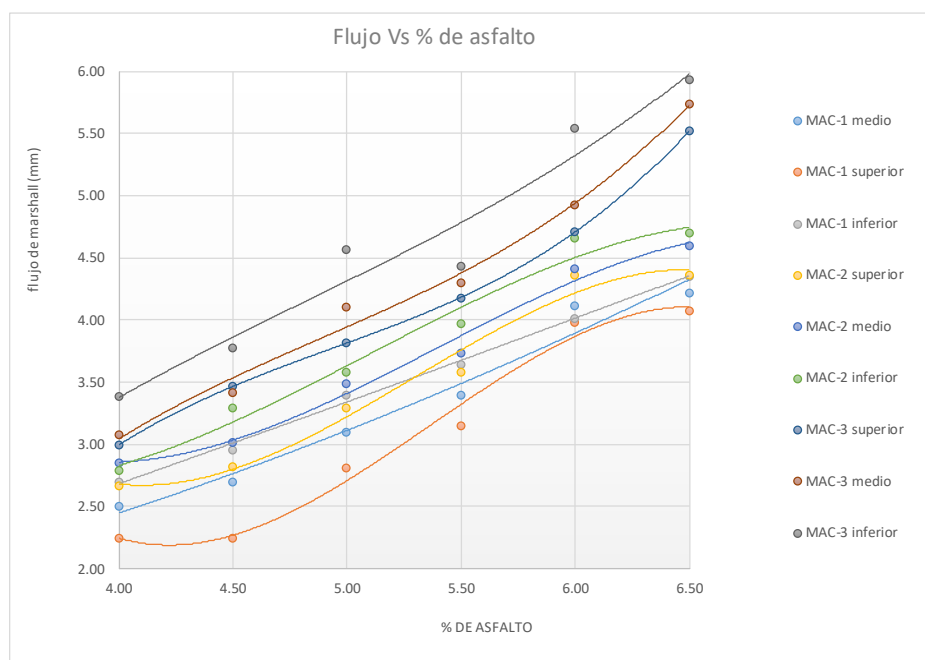
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: RESUMEN MAC

FECHA: 21/06/2022

PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSAS EMPLEANDO MARSHALL

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
FLIJO	MAC-1 SUPERIOR	mm.	2.24	2.25	2.82	3.15	3.99	4.08
	MAC-1 MEDIO	mm.	2.50	2.70	3.10	3.40	4.12	4.22
	MAC-1 INFERIOR	mm.	2.70	2.96	3.40	3.65	4.02	4.36
	MAC-2 SUPERIOR	mm.	2.66	2.82	3.29	3.58	4.36	4.37
	MAC-2 MEDIO	mm.	2.85	3.02	3.49	3.74	4.41	4.60
	MAC-2 INFERIOR	mm.	2.79	3.30	3.58	3.97	4.66	4.70
	MAC-3 SUPERIOR	mm.	3.00	3.47	3.81	4.17	4.71	5.52
	MAC-3 MEDIO	mm.	3.08	3.41	4.10	4.31	4.93	5.74
	MAC-3 INFERIOR	mm.	3.39	3.78	4.57	4.44	5.54	5.93



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-528

MATERIAL: CEMENTO ASFALTICO PEN 120-150

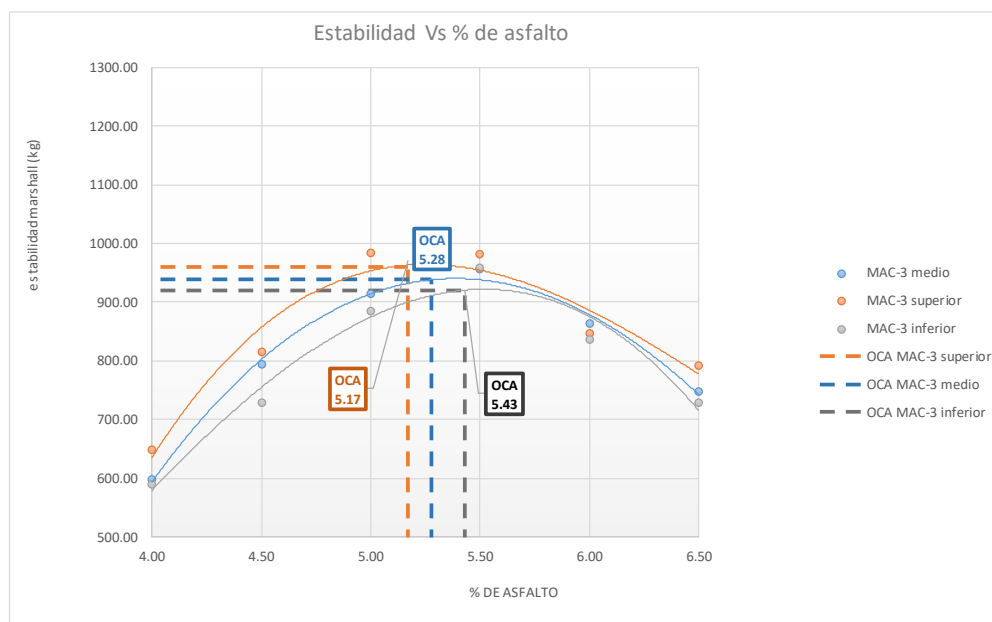
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: DISEÑO MAC-3

FECHA: 21/06/2022

PROPIEDADES DE LA MEZCLA BITUMINOSA EMPLEANDO MARSHALL

CEMENTO ASFALTICO	LIMITE	%	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50
ESTABILIDAD	SUPERIOR	Kg.	648.5	814.7	982.4	980.4	846.0	791.3
	MEDIO	Kg.	596.3	794.3	913.6	955.5	862.0	747.7
	INFERIOR	Kg.	588.7	728.3	883.3	957.6	835.7	727.5



Tejada
Juan Ernesto Tejada Díaz
JEFE DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.

Rojas
Julio Adrián Rojas Poma
TÉCNICO DE LABORATORIO
COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-566

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA MAC-1 PEN 120-150

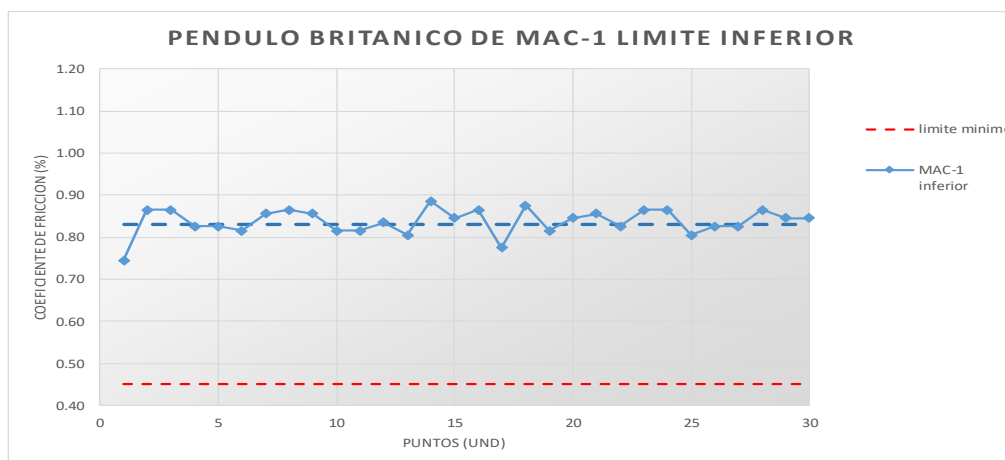
TEMPERATURA AMBIENTE: 18°C

MUESTRA: LIMITE INFERIOR

FECHA: 16/07/2023

ENSAYO DE PENDULO BRITANICO EN MAC-1

N° MUESTRA	N° LECTURA	TEMPERATURA	CORRECCION POR TEMPERATURA	COEFICIENTE DE FRICCION
1	75	18	74.53	0.75
2	87	18	86.53	0.87
3	87	18	86.53	0.87
4	83	18	82.53	0.83
5	83	18	82.53	0.83
6	82	18	81.53	0.82
7	86	18	85.53	0.86
8	87	18	86.53	0.87
9	86	18	85.53	0.86
10	82	18	81.53	0.82
11	82	18	81.53	0.82
12	84	18	83.53	0.84
13	81	18	80.53	0.81
14	89	18	88.53	0.89
15	85	18	84.53	0.85
16	87	18	86.53	0.87
17	78	18	77.53	0.78
18	88	18	87.53	0.88
19	82	18	81.53	0.82
20	85	18	84.53	0.85
21	86	18	85.53	0.86
22	83	18	82.53	0.83
23	87	18	86.53	0.87
24	87	18	86.53	0.87
25	81	18	80.53	0.81
26	83	18	82.53	0.83
27	83	18	82.53	0.83
28	87	18	86.53	0.87
29	85	18	84.53	0.85
30	85	18	84.53	0.85
PROMEDIO				0.84



Juan Ernesto Telada Diaz
 Juan Ernesto Telada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
 Julio Adrian Rojas Poma
 TECNICO DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-567

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA MAC-1 PEN 120-150

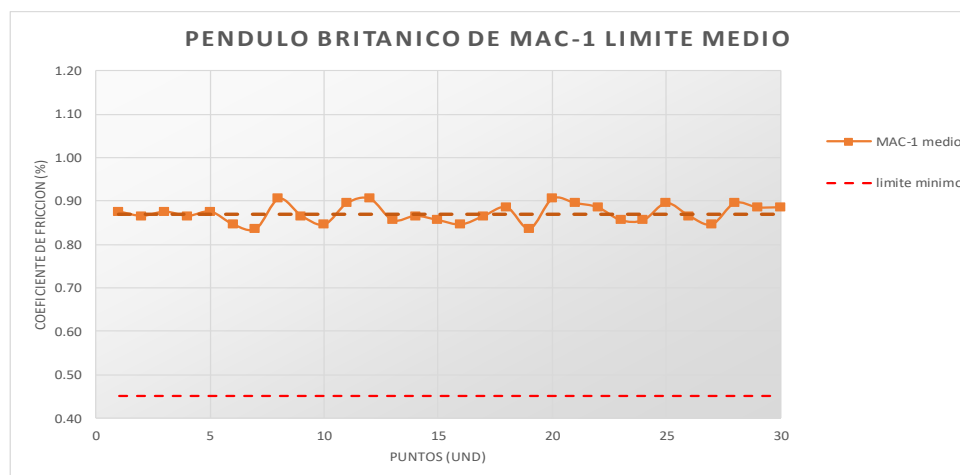
TEMPERATURA AMBIENTE: 18°C

MUESTRA: LIMITE MEDIO

FECHA: 16/07/2023

ENSAYO DE PENDULO BRITANICO EN MAC-1

N° MUESTRA	N° LECTURA	TEMPERATURA	CORRECCION POR TEMPERATURA	COEFICIENTE DE FRICCION
1	88	18	87.53	0.88
2	87	18	86.53	0.87
3	88	18	87.53	0.88
4	87	18	86.53	0.87
5	88	18	87.53	0.88
6	85	18	84.53	0.85
7	84	18	83.53	0.84
8	91	18	90.53	0.91
9	87	18	86.53	0.87
10	85	18	84.53	0.85
11	90	18	89.53	0.90
12	91	18	90.53	0.91
13	86	18	85.53	0.86
14	87	18	86.53	0.87
15	86	18	85.53	0.86
16	85	18	84.53	0.85
17	87	18	86.53	0.87
18	89	18	88.53	0.89
19	84	18	83.53	0.84
20	91	18	90.53	0.91
21	90	18	89.53	0.90
22	89	18	88.53	0.89
23	86	18	85.53	0.86
24	86	18	85.53	0.86
25	90	18	89.53	0.90
26	87	18	86.53	0.87
27	85	18	84.53	0.85
28	90	18	89.53	0.90
29	89	18	88.53	0.89
30	89	18	88.53	0.89
PROMEDIO				0.87



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-568

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA MAC-1 PEN 120-150

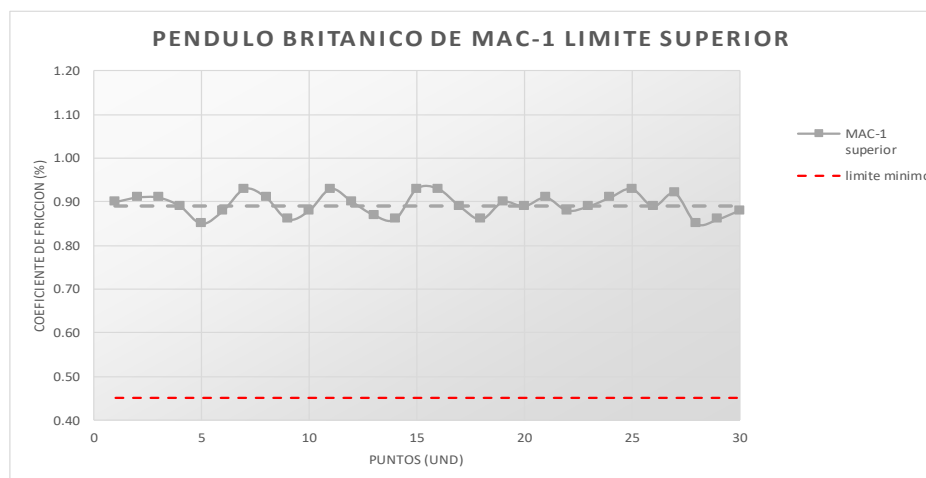
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE SUPERIOR

FECHA: 16/07/2023

ENSAYO DE PENDULO BRITANICO EN MAC-1

N° MUESTRA	N° LECTURA	TEMPERATURA	CORRECCION POR TEMPERATURA	COEFICIENTE DE FRICCION
1	90	20	90.05	0.90
2	91	20	91.05	0.91
3	91	20	91.05	0.91
4	89	20	89.05	0.89
5	85	20	85.05	0.85
6	88	20	88.05	0.88
7	93	20	93.05	0.93
8	91	20	91.05	0.91
9	86	20	86.05	0.86
10	88	20	88.05	0.88
11	93	20	93.05	0.93
12	90	20	90.05	0.90
13	87	20	87.05	0.87
14	86	20	86.05	0.86
15	93	20	93.05	0.93
16	93	20	93.05	0.93
17	89	20	89.05	0.89
18	86	20	86.05	0.86
19	90	20	90.05	0.90
20	89	20	89.05	0.89
21	91	20	91.05	0.91
22	88	20	88.05	0.88
23	89	20	89.05	0.89
24	91	20	91.05	0.91
25	93	20	93.05	0.93
26	89	20	89.05	0.89
27	92	20	92.05	0.92
28	85	20	85.05	0.85
29	86	20	86.05	0.86
30	88	20	88.05	0.88
PROMEDIO				0.89



Juan Ernesto Tejada Díaz
 Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.

Julio Adán Rojas Poma
 Julio Adán Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-569

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA MAC-1 PEN 120-150

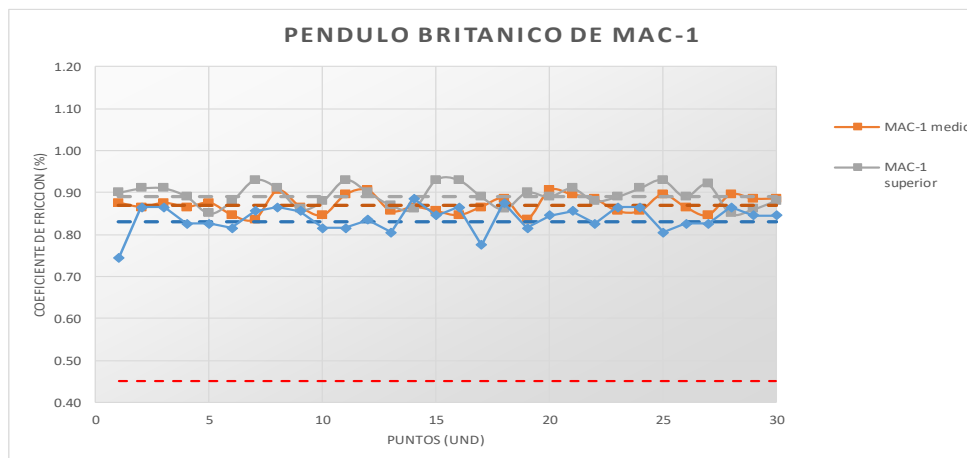
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: RESUMEN MAC-1

FECHA: 16/07/2023

ENSAYO DE PENDULO BRITANICO EN MAC-1

N° MUESTRA	LIMITE INFERIOR	LIMITE MEDIO	LIMITE SUPERIOR	COEFICIENTE INFERIOR	COEFICIENTE MEDIO	COEFICIENTE SUPERIOR
1	75	88	90	0.75	0.88	0.90
2	87	87	91	0.87	0.87	0.91
3	87	88	91	0.87	0.88	0.91
4	83	87	89	0.83	0.87	0.89
5	83	88	85	0.83	0.88	0.85
6	82	85	88	0.82	0.85	0.88
7	86	84	93	0.86	0.84	0.93
8	87	91	91	0.87	0.91	0.91
9	86	87	86	0.86	0.87	0.86
10	82	85	88	0.82	0.85	0.88
11	82	90	93	0.82	0.90	0.93
12	84	91	90	0.84	0.91	0.90
13	81	86	87	0.81	0.86	0.87
14	89	87	86	0.89	0.87	0.86
15	85	86	93	0.85	0.86	0.93
16	87	85	93	0.87	0.85	0.93
17	78	87	89	0.78	0.87	0.89
18	88	89	86	0.88	0.89	0.86
19	82	84	90	0.82	0.84	0.90
20	85	91	89	0.85	0.91	0.89
21	86	90	91	0.86	0.90	0.91
22	83	89	88	0.83	0.89	0.88
23	87	86	89	0.87	0.86	0.89
24	87	86	91	0.87	0.86	0.91
25	81	90	93	0.81	0.90	0.93
26	83	87	89	0.83	0.87	0.89
27	83	85	92	0.83	0.85	0.92
28	87	90	85	0.87	0.90	0.85
29	85	89	86	0.85	0.89	0.86
30	85	89	88	0.85	0.89	0.88
PROMEDIO				0.84	0.87	0.89



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TECNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-570

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA MAC-2 PEN 120-150

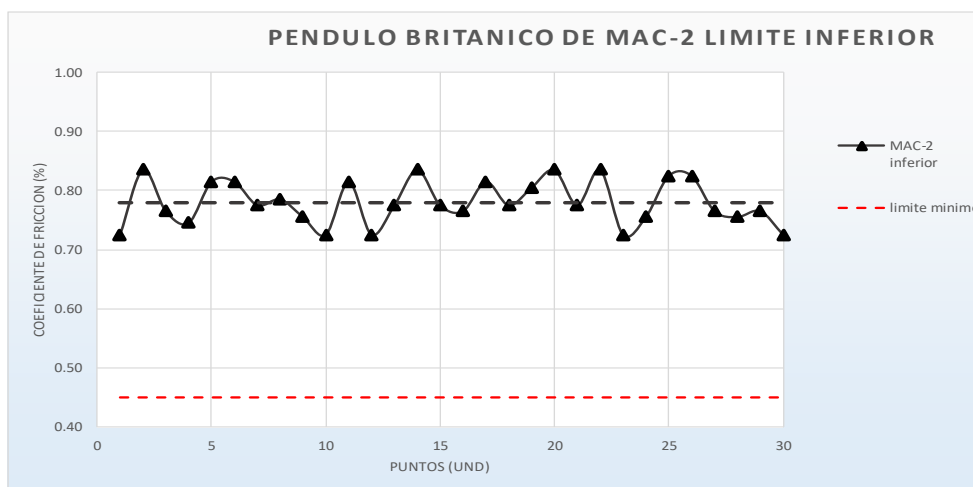
TEMPERATURA AMBIENTE: 18°C

MUESTRA: LIMITE INFERIOR

FECHA: 16/07/2023

ENSAYO DE PENDULO BRITANICO EN MAC-2

N° MUESTRA	N° LECTURA	TEMPERATURA	CORRECCION POR TEMPERATURA	COEFICIENTE DE FRICCION
1	73	18	72.53	0.73
2	84	18	83.53	0.84
3	77	18	76.53	0.77
4	75	18	74.53	0.75
5	82	18	81.53	0.82
6	82	18	81.53	0.82
7	78	18	77.53	0.78
8	79	18	78.53	0.79
9	76	18	75.53	0.76
10	73	18	72.53	0.73
11	82	18	81.53	0.82
12	73	18	72.53	0.73
13	78	18	77.53	0.78
14	84	18	83.53	0.84
15	78	18	77.53	0.78
16	77	18	76.53	0.77
17	82	18	81.53	0.82
18	78	18	77.53	0.78
19	81	18	80.53	0.81
20	84	18	83.53	0.84
21	78	18	77.53	0.78
22	84	18	83.53	0.84
23	73	18	72.53	0.73
24	76	18	75.53	0.76
25	83	18	82.53	0.83
26	83	18	82.53	0.83
27	77	18	76.53	0.77
28	76	18	75.53	0.76
29	77	18	76.53	0.77
30	73	18	72.53	0.73
PROMEDIO				0.78



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.L.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TECNICO DE LABORATORIO
 COLDFIX E.L.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-571

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA MAC-2 PEN 120-150

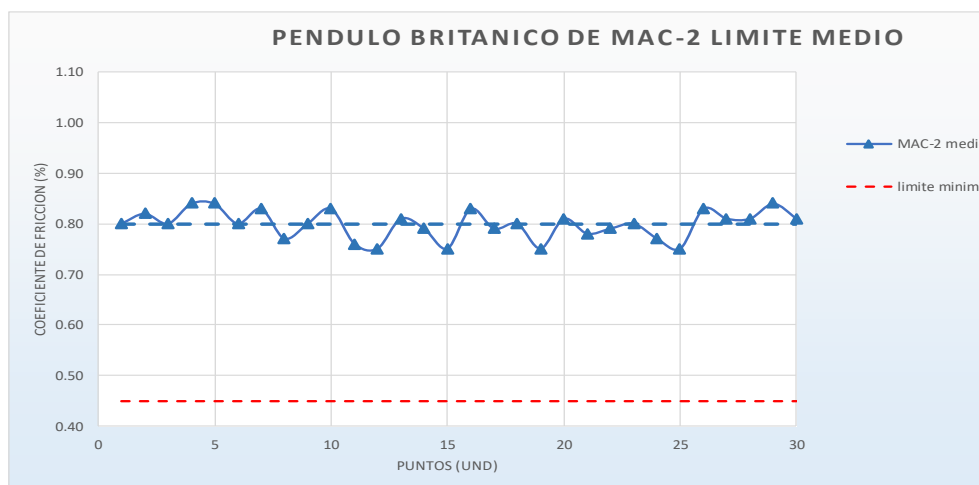
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: LIMITE MEDIO

FECHA: 16/07/2023

ENSAYO DE PENDULO BRITANICO EN MAC-2

N° MUESTRA	N° LECTURA	TEMPERATURA	CORRECCION POR TEMPERATURA	COEFICIENTE DE FRICCION
1	80	20	80.05	0.80
2	82	20	82.05	0.82
3	80	20	80.05	0.80
4	84	20	84.05	0.84
5	84	20	84.05	0.84
6	80	20	80.05	0.80
7	83	20	83.05	0.83
8	77	20	77.05	0.77
9	80	20	80.05	0.80
10	83	20	83.05	0.83
11	76	20	76.05	0.76
12	75	20	75.05	0.75
13	81	20	81.05	0.81
14	79	20	79.05	0.79
15	75	20	75.05	0.75
16	83	20	83.05	0.83
17	79	20	79.05	0.79
18	80	20	80.05	0.80
19	75	20	75.05	0.75
20	81	20	81.05	0.81
21	78	20	78.05	0.78
22	79	20	79.05	0.79
23	80	20	80.05	0.80
24	77	20	77.05	0.77
25	75	20	75.05	0.75
26	83	20	83.05	0.83
27	81	20	81.05	0.81
28	81	20	81.05	0.81
29	84	20	84.05	0.84
30	81	20	81.05	0.81
PROMEDIO				0.80



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.L.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TECNICO DE LABORATORIO
 COLDFIX E.L.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-572

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA MAC-2 PEN 120-150

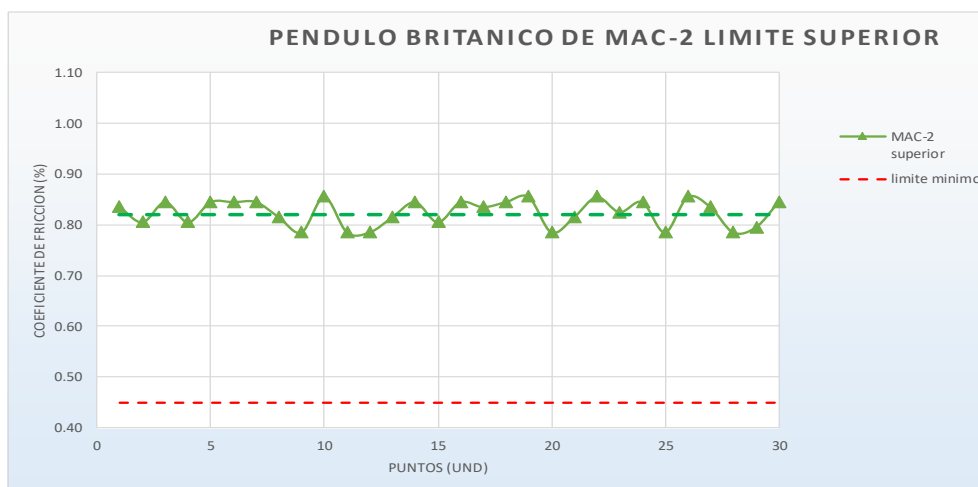
TEMPERATURA AMBIENTE: 18°C

MUESTRA: LIMITE SUPERIOR

FECHA: 16/07/2023

ENSAYO DE PENDULO BRITANICO EN MAC-2

N° MUESTRA	N° LECTURA	TEMPERATURA	CORRECCION POR TEMPERATURA	COEFICIENTE DE FRICCION
1	84	18	83.53	0.84
2	81	18	80.53	0.81
3	85	18	84.53	0.85
4	81	18	80.53	0.81
5	85	18	84.53	0.85
6	85	18	84.53	0.85
7	85	18	84.53	0.85
8	82	18	81.53	0.82
9	79	18	78.53	0.79
10	86	18	85.53	0.86
11	79	18	78.53	0.79
12	79	18	78.53	0.79
13	82	18	81.53	0.82
14	85	18	84.53	0.85
15	81	18	80.53	0.81
16	85	18	84.53	0.85
17	84	18	83.53	0.84
18	85	18	84.53	0.85
19	86	18	85.53	0.86
20	79	18	78.53	0.79
21	82	18	81.53	0.82
22	86	18	85.53	0.86
23	83	18	82.53	0.83
24	85	18	84.53	0.85
25	79	18	78.53	0.79
26	86	18	85.53	0.86
27	84	18	83.53	0.84
28	79	18	78.53	0.79
29	80	18	79.53	0.80
30	85	18	84.53	0.85
PROMEDIO				0.82



Juan Ernesto Tejada Diaz
Juan Ernesto Tejada Diaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.

Julio Adrian Rojas Poma
Julio Adrian Rojas Poma
 TECNICO DE LABORATORIO
 COLDFIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-573

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA MAC-2 PEN 120-150

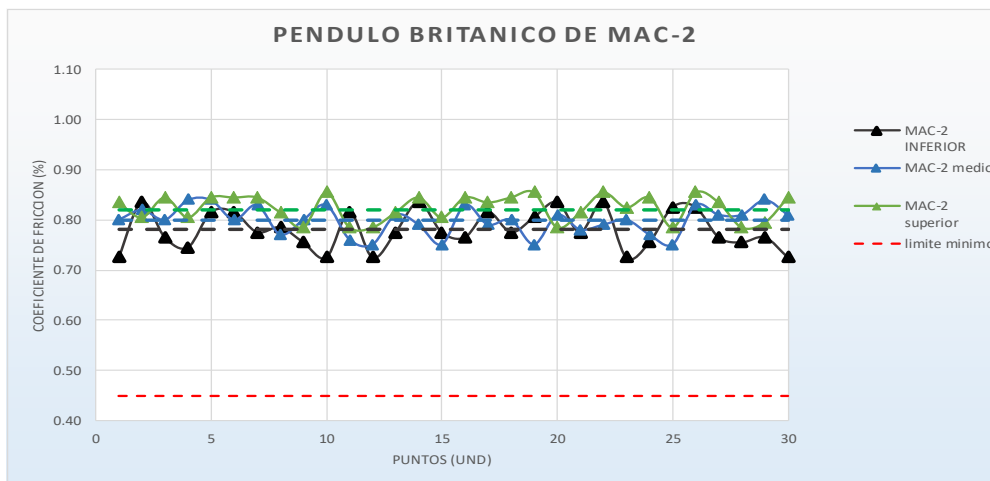
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: RESUMEN MAC-2

FECHA: 16/07/2023

ENSAYO DE PENDULO BRITANICO EN MAC-2

N° MUESTRA	LIMITE INFERIOR	LIMITE MEDIO	LIMITE SUPERIOR	COEFICIENTE INFERIOR	COEFICIENTE MEDIO	COEFICIENTE SUPERIOR
1	73	80	84	0.73	0.80	0.84
2	84	82	81	0.84	0.82	0.81
3	77	80	85	0.77	0.80	0.85
4	75	84	81	0.75	0.84	0.81
5	82	84	85	0.82	0.84	0.85
6	82	80	85	0.82	0.80	0.85
7	78	83	85	0.78	0.83	0.85
8	79	77	82	0.79	0.77	0.82
9	76	80	79	0.76	0.80	0.79
10	73	83	86	0.73	0.83	0.86
11	82	76	79	0.82	0.76	0.79
12	73	75	79	0.73	0.75	0.79
13	78	81	82	0.78	0.81	0.82
14	84	79	85	0.84	0.79	0.85
15	78	75	81	0.78	0.75	0.81
16	77	83	85	0.77	0.83	0.85
17	82	79	84	0.82	0.79	0.84
18	78	80	85	0.78	0.80	0.85
19	81	75	86	0.81	0.75	0.86
20	84	81	79	0.84	0.81	0.79
21	78	78	82	0.78	0.78	0.82
22	84	79	86	0.84	0.79	0.86
23	73	80	83	0.73	0.80	0.83
24	76	77	85	0.76	0.77	0.85
25	83	75	79	0.83	0.75	0.79
26	83	83	86	0.83	0.83	0.86
27	77	81	84	0.77	0.81	0.84
28	76	81	79	0.76	0.81	0.79
29	77	84	80	0.77	0.84	0.80
30	73	81	85	0.73	0.81	0.85
PROMEDIO				0.78	0.80	0.82



Juan Ernesto Tejada Díaz
 Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrián Rojas Poma
 Julio Adrián Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-574

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA MAC-3 PEN 120-150

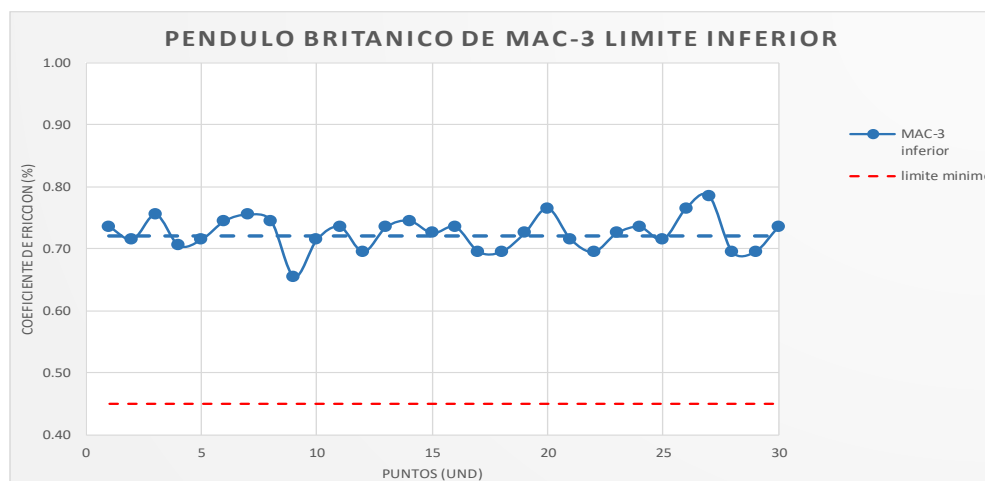
TEMPERATURA AMBIENTE: 18°C

MUESTRA: LIMITE INFERIOR

FECHA: 16/07/2023

ENSAYO DE PENDULO BRITANICO EN MAC-3

N° MUESTRA	N° LECTURA	TEMPERATURA	CORRECCION POR TEMPERATURA	COEFICIENTE DE FRICCION
1	74	18	73.53	0.74
2	72	18	71.53	0.72
3	76	18	75.53	0.76
4	71	18	70.53	0.71
5	72	18	71.53	0.72
6	75	18	74.53	0.75
7	76	18	75.53	0.76
8	75	18	74.53	0.75
9	66	18	65.53	0.66
10	72	18	71.53	0.72
11	74	18	73.53	0.74
12	70	18	69.53	0.70
13	74	18	73.53	0.74
14	75	18	74.53	0.75
15	73	18	72.53	0.73
16	74	18	73.53	0.74
17	70	18	69.53	0.70
18	70	18	69.53	0.70
19	73	18	72.53	0.73
20	77	18	76.53	0.77
21	72	18	71.53	0.72
22	70	18	69.53	0.70
23	73	18	72.53	0.73
24	74	18	73.53	0.74
25	72	18	71.53	0.72
26	77	18	76.53	0.77
27	79	18	78.53	0.79
28	70	18	69.53	0.70
29	70	18	69.53	0.70
30	74	18	73.53	0.74
PROMEDIO				0.73



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio A. Rojas Poma
Julio A. Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-575

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA MAC-3 PEN 120-150

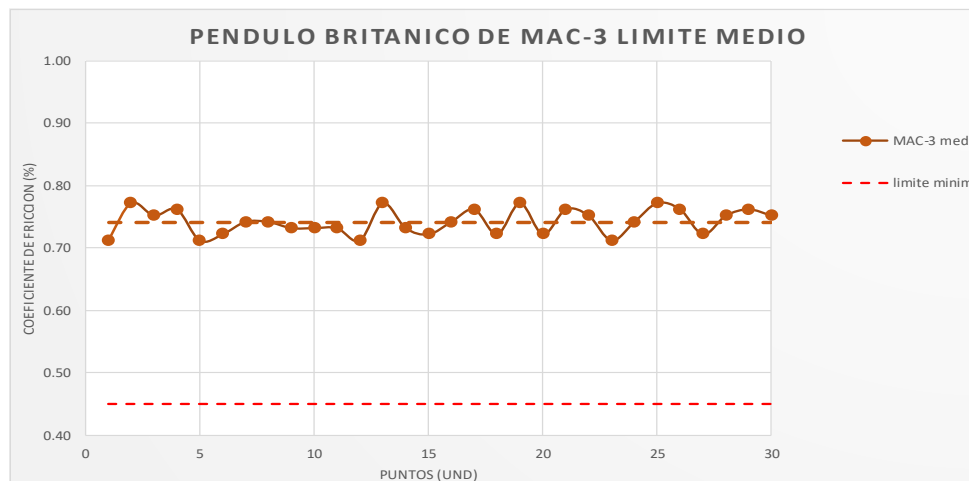
TEMPERATURA AMBIENTE: 17°C

MUESTRA: LIMITE MEDIO

FECHA: 16/07/2023

ENSAYO DE PENDULO BRITANICO EN MAC-3

N° MUESTRA	N° LECTURA	TEMPERATURA	CORRECCION POR TEMPERATURA	COEFICIENTE DE FRICCION
1	72	17	71.255	0.71
2	78	17	77.255	0.77
3	76	17	75.255	0.75
4	77	17	76.255	0.76
5	72	17	71.255	0.71
6	73	17	72.255	0.72
7	75	17	74.255	0.74
8	75	17	74.255	0.74
9	74	17	73.255	0.73
10	74	17	73.255	0.73
11	74	17	73.255	0.73
12	72	17	71.255	0.71
13	78	17	77.255	0.77
14	74	17	73.255	0.73
15	73	17	72.255	0.72
16	75	17	74.255	0.74
17	77	17	76.255	0.76
18	73	17	72.255	0.72
19	78	17	77.255	0.77
20	73	17	72.255	0.72
21	77	17	76.255	0.76
22	76	17	75.255	0.75
23	72	17	71.255	0.71
24	75	17	74.255	0.74
25	78	17	77.255	0.77
26	77	17	76.255	0.76
27	73	17	72.255	0.72
28	76	17	75.255	0.75
29	77	17	76.255	0.76
30	76	17	75.255	0.75
PROMEDIO				0.74



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDFIX E.L.R.L.

Julio Antonio Rojas Poma
Julio Antonio Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDFIX E.L.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-576

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA MAC-3 PEN 120-150

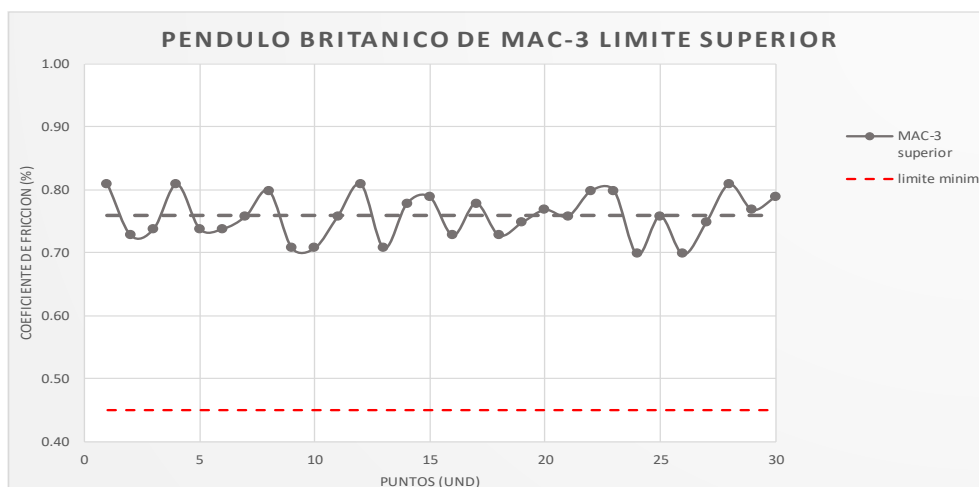
TEMPERATURA AMBIENTE: 19°C

MUESTRA: LIMITE SUPERIOR

FECHA: 16/07/2023

ENSAYO DE PENDULO BRITANICO EN MAC-3

N° MUESTRA	N° LECTURA	TEMPERATURA	CORRECCION POR TEMPERATURA	COEFICIENTE DE FRICCION
1	81	19	80.795	0.81
2	73	19	72.795	0.73
3	74	19	73.795	0.74
4	81	19	80.795	0.81
5	74	19	73.795	0.74
6	74	19	73.795	0.74
7	76	19	75.795	0.76
8	80	19	79.795	0.80
9	71	19	70.795	0.71
10	71	19	70.795	0.71
11	76	19	75.795	0.76
12	81	19	80.795	0.81
13	71	19	70.795	0.71
14	78	19	77.795	0.78
15	79	19	78.795	0.79
16	73	19	72.795	0.73
17	78	19	77.795	0.78
18	73	19	72.795	0.73
19	75	19	74.795	0.75
20	77	19	76.795	0.77
21	76	19	75.795	0.76
22	80	19	79.795	0.80
23	80	19	79.795	0.80
24	70	19	69.795	0.70
25	76	19	75.795	0.76
26	70	19	69.795	0.70
27	75	19	74.795	0.75
28	81	19	80.795	0.81
29	77	19	76.795	0.77
30	79	19	78.795	0.79
PROMEDIO				0.76



Tejada
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Perales
Julio Adrián Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-577

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA MAC-3 PEN 120-150

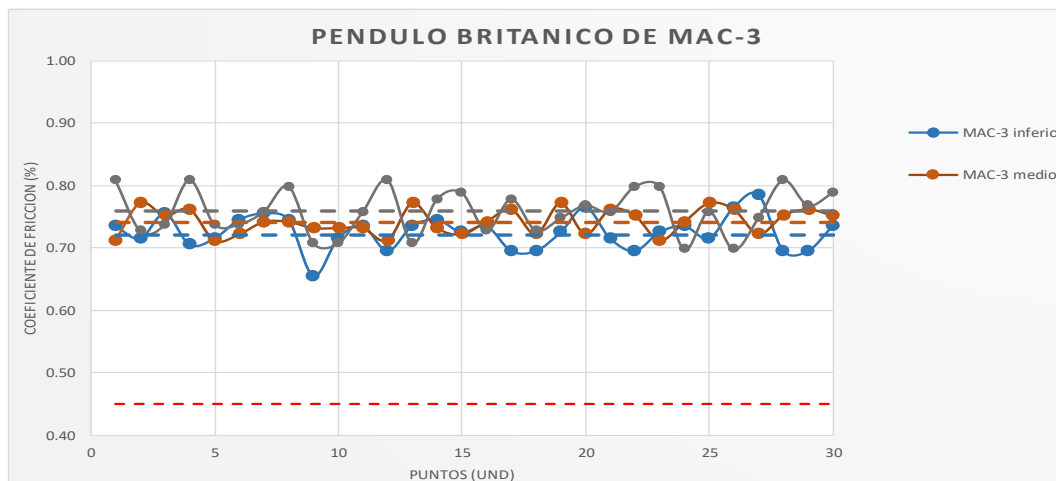
TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

MUESTRA: RESUMEN MAC-3

FECHA: 16/07/2023

ENSAYO DE PENDULO BRITANICO EN MAC-3

N° MUESTRA	LIMITE INFERIOR	LIMITE MEDIO	LIMITE SUPERIOR	COEFICIENTE INFERIOR	COEFICIENTE MEDIO	COEFICIENTE SUPERIOR
1	74	72	81	0.74	0.71	0.81
2	72	78	73	0.72	0.77	0.73
3	76	76	74	0.76	0.75	0.74
4	71	77	81	0.71	0.76	0.81
5	72	72	74	0.72	0.71	0.74
6	75	73	74	0.75	0.72	0.74
7	76	75	76	0.76	0.74	0.76
8	75	75	80	0.75	0.74	0.80
9	66	74	71	0.66	0.73	0.71
10	72	74	71	0.72	0.73	0.71
11	74	74	76	0.74	0.73	0.76
12	70	72	81	0.70	0.71	0.81
13	74	78	71	0.74	0.77	0.71
14	75	74	78	0.75	0.73	0.78
15	73	73	79	0.73	0.72	0.79
16	74	75	73	0.74	0.74	0.73
17	70	77	78	0.70	0.76	0.78
18	70	73	73	0.70	0.72	0.73
19	73	78	75	0.73	0.77	0.75
20	77	73	77	0.77	0.72	0.77
21	72	77	76	0.72	0.76	0.76
22	70	76	80	0.70	0.75	0.80
23	73	72	80	0.73	0.71	0.80
24	74	75	70	0.74	0.74	0.70
25	72	78	76	0.72	0.77	0.76
26	77	77	70	0.77	0.76	0.70
27	79	73	75	0.79	0.72	0.75
28	70	76	81	0.70	0.75	0.81
29	70	77	77	0.70	0.76	0.77
30	74	76	79	0.74	0.75	0.79
PROMEDIO				0.73	0.74	0.76



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adrián Rojas Poma
Julio Adrián Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

CLIENTE: FUERO LÓPEZ, SIMEÓN

CERTIFICADO: 2023-578

MATERIAL: MEZCLA ASFALTICA MAC-3 PEN 120-150

TEMPERATURA AMBIENTE: 20°C

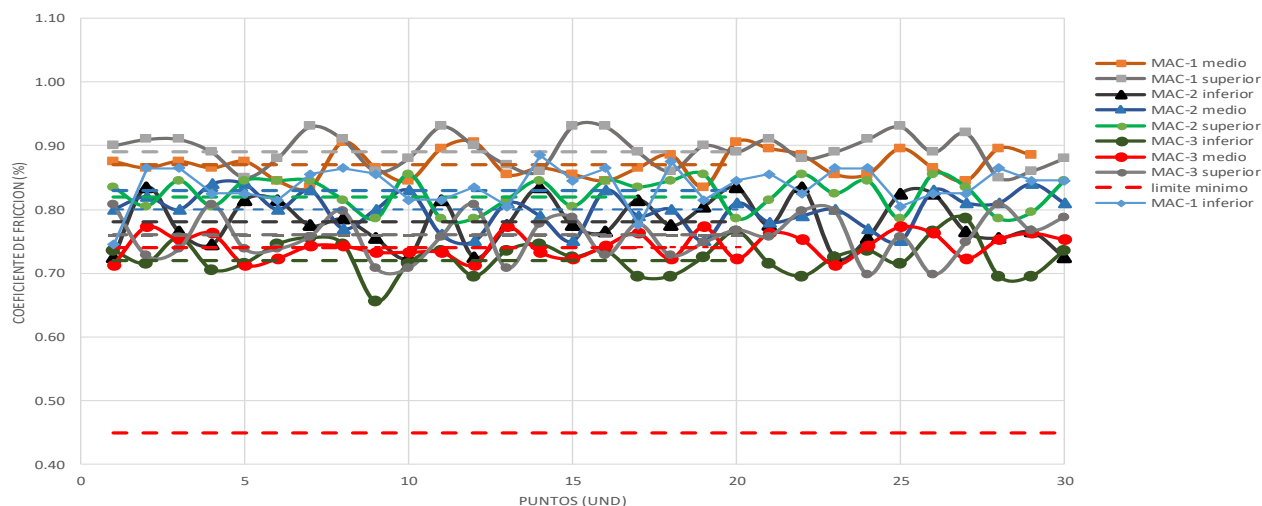
MUESTRA: RESUMEN MAC-1, MAC-2, MAC-3

FECHA: 16/07/2023

ENSAYO DE PENDULO BRITANICO EN MAC-3

MAC-1 INFERIOR	MAC-1 MEDIO	MAC-1 SUPERIOR	MAC-2 INFERIOR	MAC-2 MEDIO	MAC-2 SUPERIOR	MAC-3 INFERIOR	MAC-3 MEDIO	MAC-3 SUPERIOR
0.75	0.88	0.90	0.73	0.80	0.84	0.74	0.71	0.81
0.87	0.87	0.91	0.84	0.82	0.81	0.72	0.77	0.73
0.87	0.88	0.91	0.77	0.80	0.85	0.76	0.75	0.74
0.83	0.87	0.89	0.75	0.84	0.81	0.71	0.76	0.81
0.83	0.88	0.85	0.82	0.84	0.85	0.72	0.71	0.74
0.82	0.85	0.88	0.82	0.80	0.85	0.75	0.72	0.74
0.86	0.84	0.93	0.78	0.83	0.85	0.76	0.74	0.76
0.87	0.91	0.91	0.79	0.77	0.82	0.75	0.74	0.80
0.86	0.87	0.86	0.76	0.80	0.79	0.66	0.73	0.71
0.82	0.85	0.88	0.73	0.83	0.86	0.72	0.73	0.71
0.82	0.90	0.93	0.82	0.76	0.79	0.74	0.73	0.76
0.84	0.91	0.90	0.73	0.75	0.79	0.70	0.71	0.81
0.81	0.86	0.87	0.78	0.81	0.82	0.74	0.77	0.71
0.89	0.87	0.86	0.84	0.79	0.85	0.75	0.73	0.78
0.85	0.86	0.93	0.78	0.75	0.81	0.73	0.72	0.79
0.87	0.85	0.93	0.77	0.83	0.85	0.74	0.74	0.73
0.78	0.87	0.89	0.82	0.79	0.84	0.70	0.76	0.78
0.88	0.89	0.86	0.78	0.80	0.85	0.70	0.72	0.73
0.82	0.84	0.90	0.81	0.75	0.86	0.73	0.77	0.75
0.85	0.91	0.89	0.84	0.81	0.79	0.77	0.72	0.77
0.86	0.90	0.91	0.78	0.78	0.82	0.72	0.76	0.76
0.83	0.89	0.88	0.84	0.79	0.86	0.70	0.75	0.80
0.87	0.86	0.89	0.73	0.80	0.83	0.73	0.71	0.80
0.87	0.86	0.91	0.76	0.77	0.85	0.74	0.74	0.70
0.81	0.90	0.93	0.83	0.75	0.79	0.72	0.77	0.76
0.83	0.87	0.89	0.83	0.83	0.86	0.77	0.76	0.70
0.83	0.85	0.92	0.77	0.81	0.84	0.79	0.72	0.75
0.87	0.90	0.85	0.76	0.81	0.79	0.70	0.75	0.81
0.85	0.89	0.86	0.77	0.84	0.80	0.70	0.76	0.77
0.85	0.89	0.88	0.73	0.81	0.85	0.74	0.75	0.79
0.84	0.87	0.89	0.78	0.80	0.82	0.73	0.74	0.76

PENDULO BRITANICO DE MAC-1, MAC-2 Y MAC-3



Juan Ernesto Tejada Díaz
Juan Ernesto Tejada Díaz
 JEFE DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

Julio Adán Rojas Poma
Julio Adán Rojas Poma
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 COLDPIX E.I.R.L.

ANEXO 7 PANEL FOTOGRAFICO

Anexo 1: acopio de agregado fino, arena chancada



Anexo 2: acopio de agregado fino, piedra de $\frac{3}{4}$ '



Anexo 3: agregados arena natural y arena chancada.



Anexo 4: ensayo de cuarteo de agregado grueso piedra de $\frac{3}{4}$ '



Anexo 5: ensayo de cuarteo de agregado arena chancada.



Anexo 6: pesado de los agregados para realizar el ensayo granulométrico con 3000 gr.

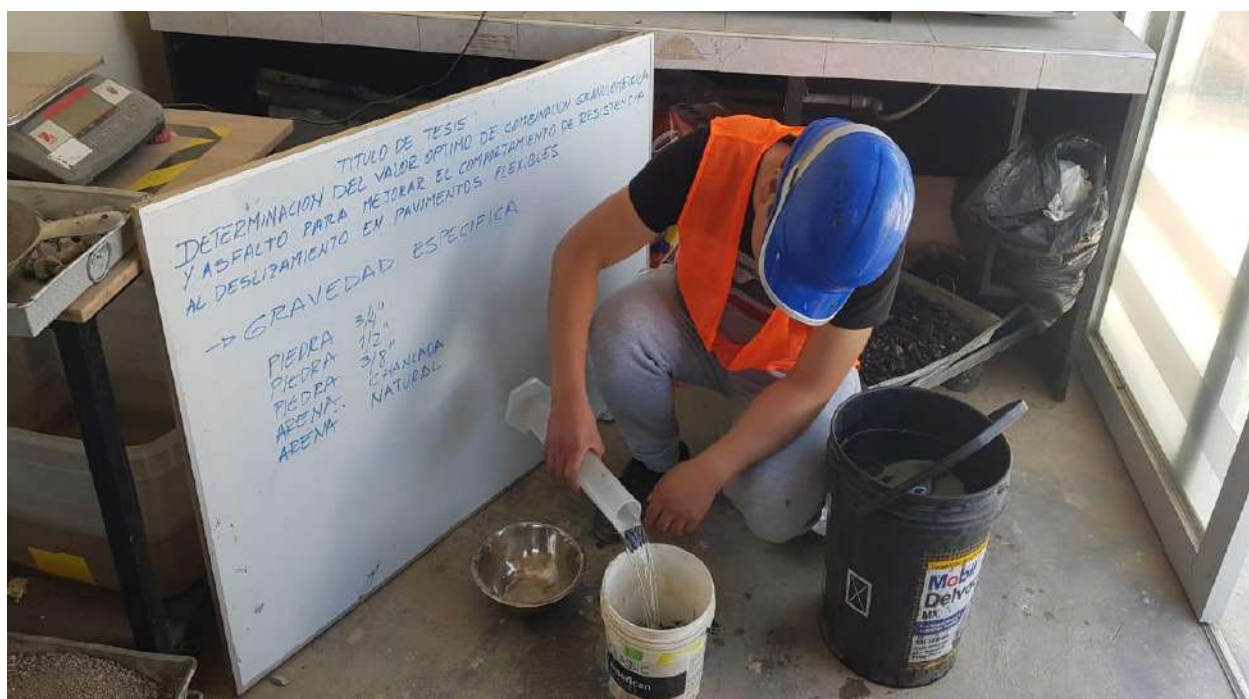


GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS AGREGADOS

Anexo 7: pesado del agregado de $\frac{3}{4}$ ' para el ensayo de gravedad específica y absorción



Anexo 8: saturado con agua el agregado por 24 horas.



Anexo 9: pesado del agregado saturado durante 24 horas.



ENSAYO DE DESGASTE DE LOS ÁNGELES

Anexo 10: pesado de los agregados para realizar el ensayo de desgaste de los angeles.



Anexo 11: equipo de desgaste de los ángeles de agregados.



Anexo 12: colocado de las bolas de acero para desgastar a los agregados.



Anexo 13: agregado de $\frac{3}{4}$ ', $\frac{1}{2}$ ', arena natural, y arena chancada para realizar el ensayo granulometría.



Anexo 14: serie de tamices $\frac{3}{4}$ ', $\frac{1}{2}$ ', $\frac{3}{8}$ ', $\frac{1}{4}$ ', N 4, N 8, N 10, N 16, N 20, N 30, N 40, N 50, N 60, N 80, N 100, N 200 y fondo.



Anexo 15: vaciado del agregado $\frac{3}{4}$ a la serie de tamices para el ensayo.



Anexo 16: pesado de las muestras de agregado retenidos en cada tamiz.



Anexo 17: tamizado de la arena chancada y arena natural por tamices N 4, N 10 y fondo



Anexo 18: pesado de la combinación de agregados por tamices



Anexo 19: pesado de los diseños MAC-1, MAC-2 y MAC-3



Anexo 20: cemento asfáltico PEN 120-150 para la mezcla de



Anexo 21: horno para calentamiento del cemento asfaltico



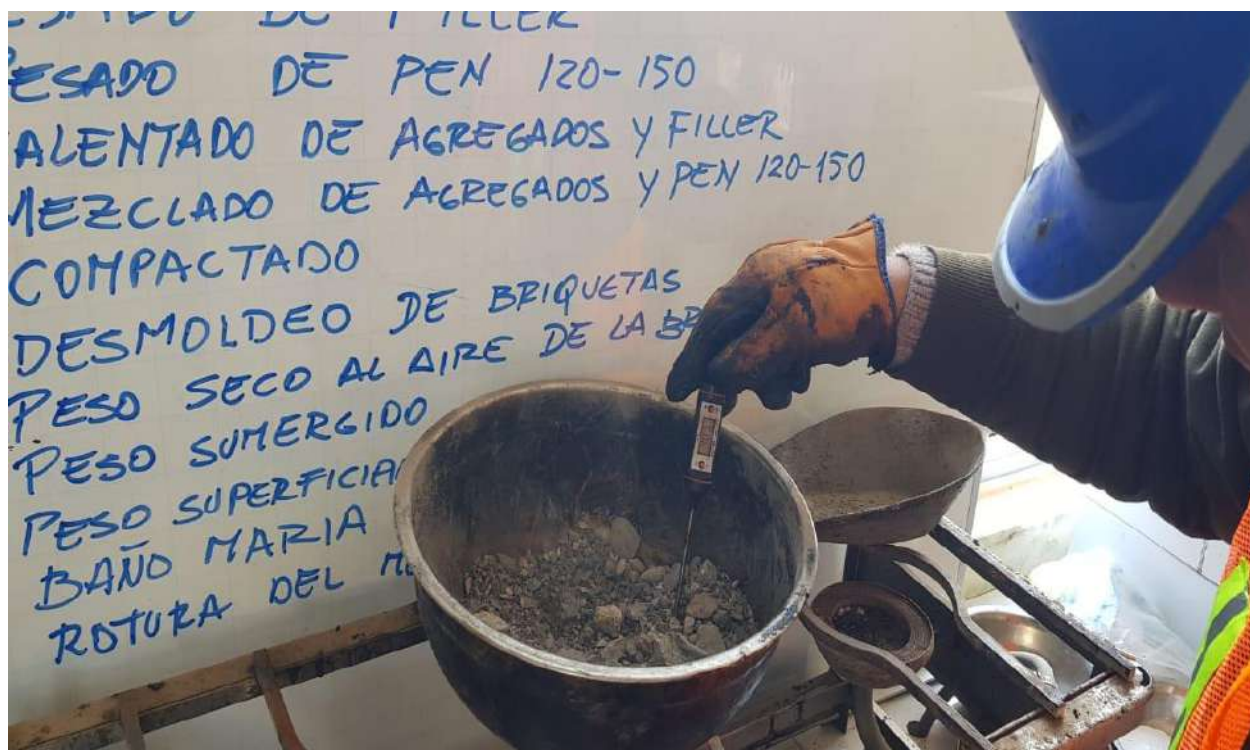
Anexo 22: cemento asfaltico PEN 120-150 para calentarlo en el horno.



Anexo 23: colocado del cemento asfaltico PEN 120-150 a una temperatura de 140°.



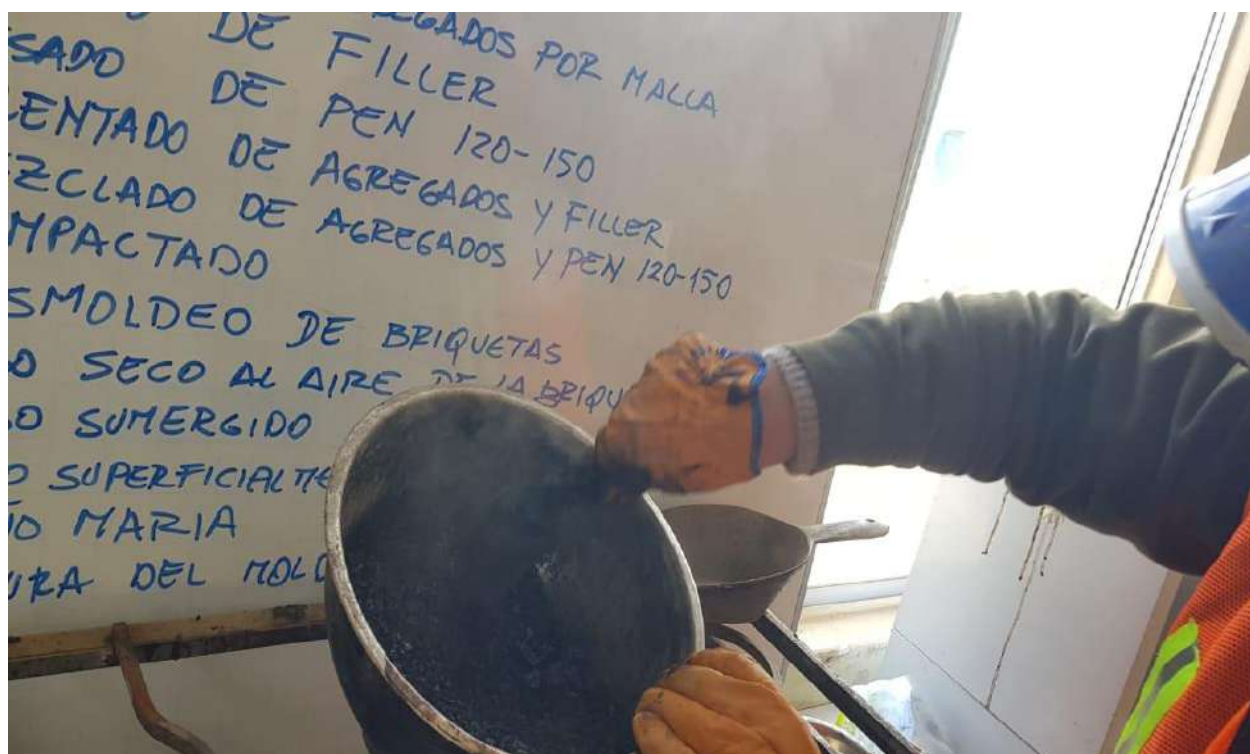
Anexo 24: calentamiento de los agregados a una temperatura de 140°.



Anexo 25: pesado del cemento asfáltico con los agregados caliente.



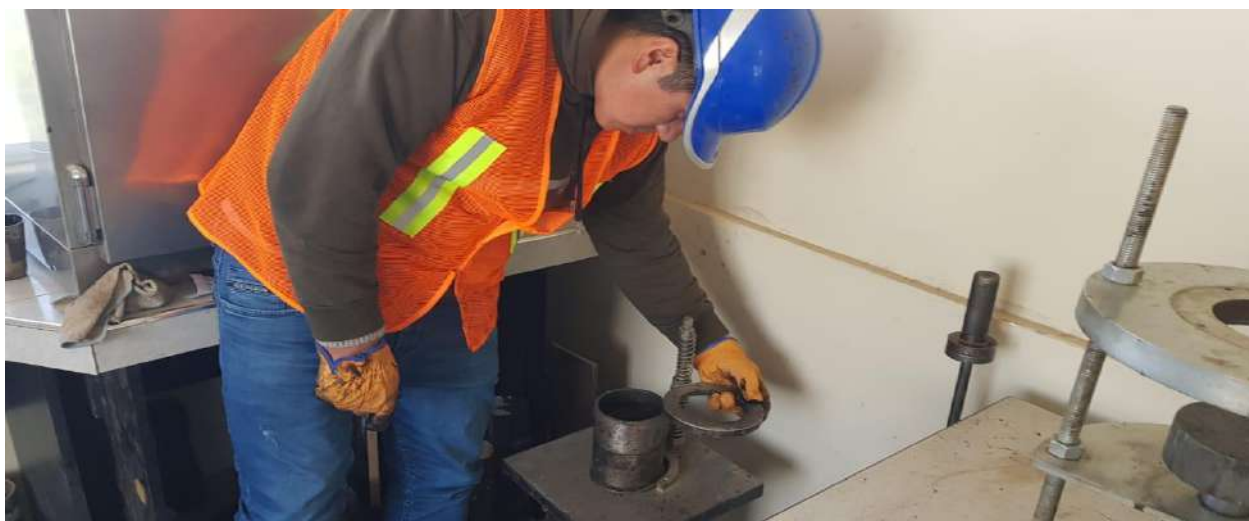
Anexo 26: mezclado de la mezcla asfáltica hasta obtener una mezcla homogénea.



Anexo 27: colocado del papel filtro en la base del molde para evitar que se pegue la mezcla.



Anexo 28: colocado del collarín sobre el molde para el compactado de la mezcla.



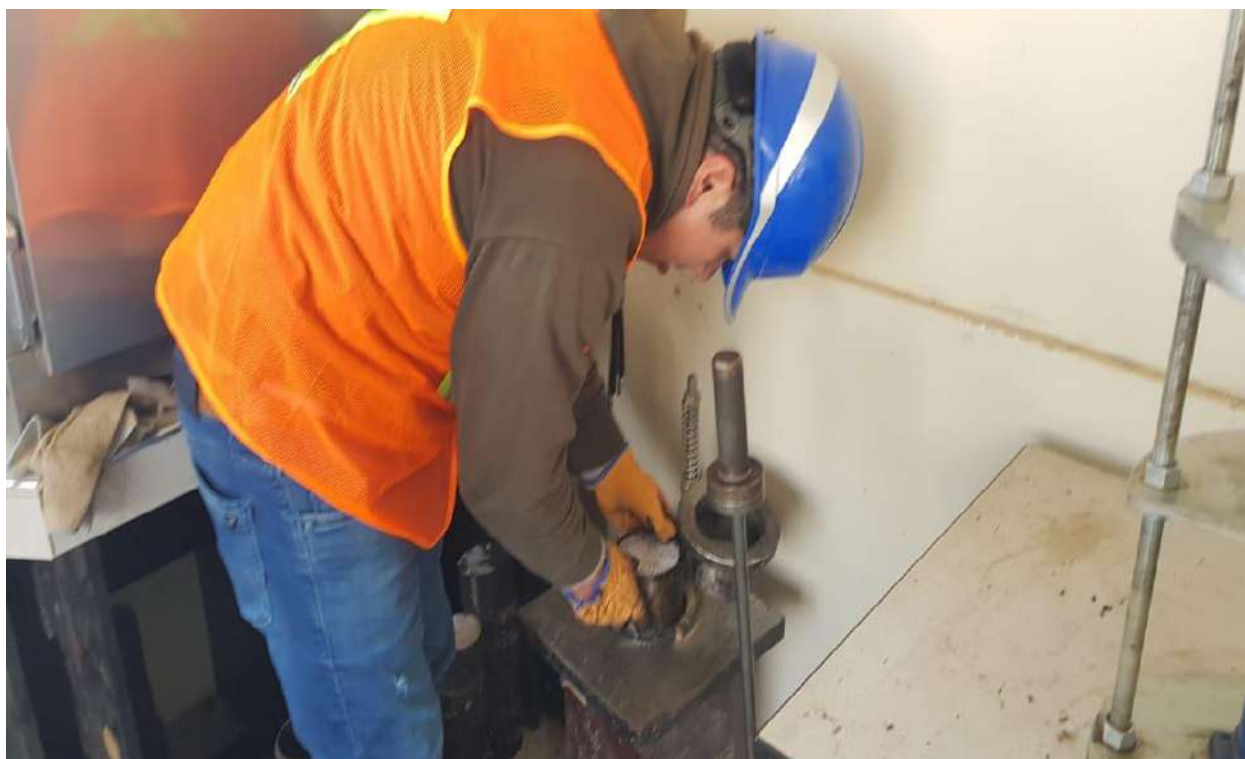
Anexo 29: vaciado de la mezcla asfáltica sobre el molde de medidas de 64 mm X 102 mm.



Anexo 30: compactado del molde con 75, 50 y 35 golpes para los diseños MAC-1, MAC-2 y MAC-3 respectivamente.



Anexo 31: retirado del molde después de la compactación.



Anexo 32: prensa hidráulica para desmoldar el molde.



Anexo 33: presentación del molde para realizar el ensayo Marshall.



Anexo 34: presentación del molde con diseño MAC-1, MAC-2 y MAC-3 con distintos límites.



PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFALTICA

Anexo 35: Toma del peso superficialmente seco



Anexo 36: Toma del peso saturado por un tiempo de 10 minutos.



Anexo 37: pesado del molde superficialmente seco.



Anexo 38: ensayo de baño a maría del molde por un tiempo de 30 minutos a 60° de temperatura.



Anexo 39: Ensayo Marshall donde se toma los valores de estabilidad y fluencia.

MEZCLA ASFALTICA PARA MOLDE DE MEZCLA ASFALTICA 40 CM X 40

CM



Anexo 40: Toma agregados de la cantera sacra –familia para el molde 40cm X 40 cm.



Anexo 41: pesado de los agregados de la mezcla asfáltica para molde 40 cm X 40 cm



Anexo 42: calentado de los agregados a una temperatura de 140°.



Anexo 43: mezclado del cemento asfáltico PEN 120-150 a una temperatura de 140°.



Anexo 44: obtener una mezcla homogénea hasta que todos los agregados estén mezclados.



Anexo 45: en el tiempo de mezclado se debe controlar la temperatura con un termómetro para evitar pérdidas de las propiedades de la mezcla asfáltica.



Anexo 46: colocado de la mezcla asfáltica sobre el molde de 40 cm X 40cm X 5 cm



Anexo 47: presentación de los moldes con diseño MAC-1 con límite superior.



Anexo 48: presentación de los moldes con diseño MAC-1 con límite superior, medio e inferior.



Anexo 49: presentación de equipo péndulo británico para determinar el coeficiente de resistencia al deslizamiento.



Anexo 50: calibrado del molde de coeficiente de fricción por una distancia de 13 cm.



Anexo 51: saturado con agua el are de contacto de la zapata del péndulo británico.



Anexo 52: lectura de los números de péndulo británico al soltar el brazo del péndulo británico.



NOTA BIOGRÁFICA



Bachiller en ingeniería civil Simeon FUERO LOPEZ, nació en el caserío de tomaconga, del Distrito de Ticiacayan Provincia y Región de Cerro de Pasco, el 05 de enero del año 1993, en un hogar confirmado por sus padres y 6 hermanos.

Desde niño he sido muy empeñoso en el estudio es así que inicie mis primeros estudios primarios en la E.P.M. N° 048 de Tomaconga, posterior a ello he cursado mis estudios secundarios en la I.E.E. Daniel Alcides Carrión, a su vez he continuado con los estudios de la carrera de ingeniería civil, donde he concluido con sustentar mi tesis en la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco, Facultad De Ingeniería Civil Y Arquitectura, Escuela Profesional De Ingeniería Civil, Carrera Profesional De Ingeniería Civil. En la actualidad me desempeño como especialista en mecánica se suelos y pavimentos, como también en las labores de asistente como residente y supervisor en las obras de las entidades.

Un hombre con misiones y visiones en el ámbito de la ingeniería civil, por ello estoy en proceso de los estudios para la obtención del grado de maestro.

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, siendo las 10:00 horas del jueves 25 de abril del 2024, nos reunimos en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la UNHEVAL, los miembros integrantes del Jurado Evaluador:

Mg. EDGAR GRIMALDO MATTO PABLO
Dr. ERASMO ALEJANDRO FERNANDEZ SIXTO
DR. JOSE LUIS VILLAVICENCIO GUARDIA

PRESIDENTE
SECRETARIO
VOCAL

Acreditados mediante Resolución Decanal N° 267-2024-UNHEVAL-FICA-D de fecha 22 de abril del 2024, de la tesis titulada "DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES", presentado por el titulado, SIMEON FUERO LOPEZ, con el asesoramiento de la docente Dra. ANA MARIA MATOS RAMIREZ, se procedió a dar inicio el acto de sustentación para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Concluido el acto de sustentación, cada miembro del Jurado Evaluador procedió a la evaluación del titulado, teniendo presente los siguientes criterios:

1. Presentación
2. Exposición y dominio del tema
3. Absolución de preguntas

Nombres y Apellidos del Titulado	Jurado Evaluador			Promedio Final
	Presidente	Secretario	Vocal	
SIMEON FUERO LOPEZ	16	16	16	16

Obteniendo en consecuencia el titulado SIMEON FUERO LOPEZ la nota de DIECISEIS..... (16), equivalente a ...BUENO....., por lo que se declara ...APROBADO.....

Calificación que se realiza de acuerdo con el Art. 78° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco.

Se da por finalizado el presente acto, siendo las 11:50 horas, del jueves 25 de abril de 2024, firmando en señal de conformidad.

DNI N°

PRESIDENTE

22484862

DNI N°

SECRETARIO

22418632

VOCAL

DNI N°

22486638

LEYENDA:

19 a 20: Excelente
17 a 18: Muy Bueno
14 a 16: Bueno
0 a 13: Desaprobado



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN DE HUANUCO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



347

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CONSTANCIA DE SIMILITUD N° 032-2024

SOFTWARE ANTIPLAGIO TURNITIN-FICA-UNHEVAL.

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco, emite la presente constancia de Similitud, aplicando el Software TURNITIN, la cual reporta un 17%, de similitud general, correspondiente al Bachiller interesado, **FUERO LÓPEZ, Simeón** del borrador de Tesis "**DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES**", considerando como asesor al **DRA. MATOS RAMIREZ Ana María**.

DECLARANDO (APTO).

Se expide la presente, para los trámites pertinentes

Pilco Marca, 05 de abril 2024



Dr. José Luis VILLAVICENCIO GUARDIA
Director de la Unidad de Investigación
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

DLJLVG 2024

Av. Universitaria N° 601-607- Cayhuayna – Pabellón VI – 1er Piso

Contacto: fijo 062-591060- anexo 0124 correo electrónico dfica@unheval.edu.pe

NOMBRE DEL TRABAJO

"DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPOR TAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZ AMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES"

AUTOR

Simeon FUERO LOPEZ

RECUENTO DE PALABRAS

82325 Words

RECUENTO DE CARACTERES

331466 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

334 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

16.0MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 5, 2024 4:36 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 5, 2024 4:42 PM GMT-5

● **17% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 12% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)
- Material citado

● 17% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 12% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	hdl.handle.net Internet	3%
2	repositorio.uncp.edu.pe Internet	3%
3	Universidad Continental on 2017-07-04 Submitted works	2%
4	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2023-01-25 Submitted works	2%
5	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2019-12-31 Submitted works	1%
6	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2019-10-23 Submitted works	1%
7	repositorio.uptc.edu.co Internet	<1%
8	docplayer.es Internet	<1%

9	1library.co Internet	<1%
10	repositorio.unheval.edu.pe Internet	<1%
11	repositorio.upla.edu.pe Internet	<1%
12	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2022-11-05 Submitted works	<1%
13	dspace.uclv.edu.cu Internet	<1%
14	repositorio.ucv.edu.pe Internet	<1%
15	repositorio.continental.edu.pe Internet	<1%
16	Universidad Continental on 2022-05-04 Submitted works	<1%
17	Universidad Continental on 2020-10-23 Submitted works	<1%
18	repositorio.unap.edu.pe Internet	<1%
19	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2022-04-01 Submitted works	<1%
20	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2020-08-17 Submitted works	<1%

21	Universidad Privada Antenor Orrego on 2019-01-19 Submitted works	<1%
22	Universidad Ricardo Palma on 2020-12-17 Submitted works	<1%
23	repositorio.usmp.edu.pe Internet	<1%
24	scribd.com Internet	<1%
25	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2024-02-21 Submitted works	<1%
26	Pontificia Universidad Catolica del Peru on 2022-03-26 Submitted works	<1%
27	uni on 2023-12-22 Submitted works	<1%
28	Universidad Continental on 2020-12-19 Submitted works	<1%
29	Universidad Continental on 2022-08-28 Submitted works	<1%
30	Universidad Cesar Vallejo on 2022-07-25 Submitted works	<1%
31	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2019-10-28 Submitted works	<1%
32	tesis.ucsm.edu.pe Internet	<1%

33	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2021-08-03	Submitted works	<1%
34	pt.scribd.com	Internet	<1%
35	ri.ues.edu.sv	Internet	<1%
36	GRUPO G Y A SOLUCIONES GEOAMBIENTALES SOCIEDAD ANONIMA ...	Publication	<1%
37	repositorio.unsm.edu.pe	Internet	<1%
38	Universidad Andina del Cusco on 2022-11-22	Submitted works	<1%
39	Universidad Cesar Vallejo on 2023-12-06	Submitted works	<1%
40	Rodrigo T., Victor S., Giovanna T., Rafaela S., Oscar R. Munir, Ligia V. R...	Crossref	<1%
41	Horna Ferro, Pamela de Jesus Leon Ramirez, Fernando Martin Martine...	Publication	<1%
42	Universidad Andina del Cusco on 2017-11-15	Submitted works	<1%
43	Universidad Católica de Santa María on 2022-08-09	Submitted works	<1%
44	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2022-10-06	Submitted works	<1%

45	Universidad Continental on 2018-06-28 Submitted works	<1%
46	Universidad Cesar Vallejo on 2022-08-11 Submitted works	<1%
47	Universidad de Huanuco on 2021-12-23 Submitted works	<1%
48	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2023-01-09 Submitted works	<1%
49	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2022-10-18 Submitted works	<1%
50	Universidad Ricardo Palma on 2020-12-15 Submitted works	<1%
51	idoc.pub Internet	<1%
52	Universidad Católica de Santa María on 2021-01-08 Submitted works	<1%
53	vsip.info Internet	<1%
54	Universidad Cesar Vallejo on 2018-01-26 Submitted works	<1%
55	Universidad Continental on 2020-11-17 Submitted works	<1%
56	Universidad Andina del Cusco on 2018-02-23 Submitted works	<1%

57	Mariana Colotta. "Manual de relaciones internacionales", Teseo, 2021 Crossref	<1%
58	Universidad Cesar Vallejo on 2024-03-06 Submitted works	<1%
59	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2022-05-07 Submitted works	<1%
60	Universidad de Huanuco on 2021-11-28 Submitted works	<1%
61	Universidad Continental on 2021-12-10 Submitted works	<1%
62	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga on 2021-08-12 Submitted works	<1%
63	Universidad Privada del Norte on 2023-04-11 Submitted works	<1%
64	Universidad Señor de Sipan on 2016-12-17 Submitted works	<1%
65	repositorio.utea.edu.pe Internet	<1%



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	<input checked="" type="checkbox"/>	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado	
----------	-------------------------------------	----------------------	--	-----------	----------	--	-----------	--

Pregrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional	INGENIERIA CIVIL
Carrera Profesional	INGENIERIA CIVIL
Grado que otorga	-----
Título que otorga	INGENIERO CIVIL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	-----
Nombre del programa	-----
Título que Otorga	-----

Posgrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Nombre del Programa de estudio	-----
Grado que otorga	-----

2. Datos del Autor: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

Apellidos y Nombres:	FUERO LOPEZ SIMEON									
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte			C.E.		Nro. de Celular:	975241275	
Nro. de Documento:	73354758						Correo Electrónico:	ing.fuerols@gmail.com		

Apellidos y Nombres:										
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte			C.E.		Nro. de Celular:		
Nro. de Documento:							Correo Electrónico:			

Apellidos y Nombres:										
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:			
Nro. de Documento:							Correo Electrónico:			

3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos según DNI**, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Apellidos y Nombres:	MATOS RAMIREZ ANA MARIA	ORCID ID:	https://orcid.org/ 0000- 0003-1042-5208	
Tipo de Documento:	DNI <input checked="" type="checkbox"/> Pasaporte <input type="checkbox"/> C.E. <input type="checkbox"/>	Nro. de documento:	07559836	

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los **Apellidos y Nombres completos según DNI**, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	MATTO PABLO EDGAR GRIMALDO
Secretario:	FERNANDEZ SIXTO ERASMO ALEJANDRO
Vocal:	VILLAVICENCIO GUARDIA JOSE LUIS
Vocal:	
Vocal:	
Accesitario	

 UNHEVAL UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN	VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN	DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN		
---	--	---------------------------------------	---	---




5. Declaración Jurada: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el <i>Acta de Sustentación</i>)
DETERMINACION DEL VALOR OPTIMO DE COMBINACION GRANULOMETRICA Y ASFALTO PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO DE RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Título Profesional de: (tal y como está registrado en <i>SUNEDU</i>)
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

6. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)



Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el <i>Acta de Sustentación</i>)				2023
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo	<input type="checkbox"/>
	Trabajo de Investigación	<input type="checkbox"/>	Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/>
	Trabajo Académico	<input type="checkbox"/>	Otros (especifique modalidad)	<input type="checkbox"/>
Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	PAVIMENTO	MICROTEXTURA	SEGURIDAD VIAL	
Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	<input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*)	<input type="checkbox"/>
	Con Periodo de Embargo (*)	<input type="checkbox"/>	Fecha de Fin de Embargo:	<input type="text"/>
¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):				SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> X <input checked="" type="checkbox"/>
Información de la Agencia Patrocinadora:	<input type="text"/>			

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.

 UNHEVAL UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN	VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN	DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN		
---	--	---------------------------------------	---	---

7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente, Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

		
Firma:		
Apellidos y Nombres:	FUERO LOPEZ SIMEON	Huella Digital
DNI:	73354758	
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Firma:		
Apellidos y Nombres:		Huella Digital
DNI:		
Fecha: 25 DE ABRIL DEL 2024		

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una X en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.