



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Mejoramiento de las propiedades físico mecánica de la carpeta  
asfáltica incorporando tela quirúrgica reciclada en la carretera  
Azángaro - Muñani, Puno - 2022”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniera Civil

**AUTORA:**

Ruelas Chambi, Danira ([ORCID: 0000-0001-9148-4888](https://orcid.org/0000-0001-9148-4888))

**ASESOR:**

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto ([ORCID: 0000-0002-4136-7189](https://orcid.org/0000-0002-4136-7189))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA — PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

El presente está dedicado a todas las personas que hicieron posible este logro más, primero en Dios, a mis dos pilares Yaremi Daniela y Álvaro Josué, y mis padres Andrés y Teresa que son mi fuerza y apoyo.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi mentor de quien aprendí mucho, y espero seguir absorbiendo sus conocimientos Ing. Carlos G. Gutiérrez Curo.

A mi asesor Dr. Luis Alberto, porque sin su apoyo tenaz y sabiduría, no habría conseguido subir un peldaño más, de los muchos que se vienen.

## Índice de contenidos

<b>Carátula</b> .....	<b>i</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>ii</b>
<b>Agradecimientos</b> .....	<b>iii</b>
<b>Índice de contenidos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Índice de tablas</b> .....	<b>v</b>
<b>Índice de figuras</b> .....	<b>vi</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>ix</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>x</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>12</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>16</b>
<b>III. METODOLOGÍA</b> .....	<b>37</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	37
3.2 Variables y operacionalización .....	38
3.3. Población, muestra y muestreo .....	39
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	40
3.5. Procedimientos .....	41
3.6. Método de análisis de datos .....	47
1.7. Aspectos éticos .....	47
<b>IV. RESULTADOS</b> .....	<b>48</b>
<b>V. DISCUSIÓN</b> .....	<b>86</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	<b>101</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>103</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>104</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>106</b>

## Índice de tablas

Tabla 1.	Selección de tipo de asfalto.....	30
Tabla 2.	Especificaciones del Cemento asfaltico clasificado por penetración....	31
Tabla 3.	Cuadro de distrib. de muestras para los ensayos correspondientes.....	40
Tabla 4.	: Requerimiento de calidad para los agregados gruesos .....	43
Tabla 5.	: Requerimiento de calidad para los agregados finos.....	44
Tabla 6.	: Agregado - MAC pavimento -EG 2013 .....	45
Tabla 7.	: Selección de Tipo de Cemento Asfaltico.....	45
Tabla 8.	: Requisitos para mezcla de concreto bituminoso .....	46
Tabla 9.	: Análisis granulométrico de agregados.....	52
Tabla 10.	: Porcentajes de combinación de agregados.....	53
Tabla 11.	: Resumen de resultados de características de los agregados grueso .	54
Tabla 12.	: Resumen de resultados de características de los agregados finos.....	54
Tabla 13.	: Dosificación de Agregados para el diseño Marshall.....	55
Tabla 14.	: Resumen de diseño de mezcla asfáltica PEN 120/150 convencional. ..	58
Tabla 15.	: Análisis granulométrico de agregados.....	65
Tabla 16.	: Porcentajes de combinación de agregados.....	66
Tabla 17.	: Resumen de resultados de características de los agregados grueso .	67
Tabla 18.	: Resumen de resultados de características de los agregados finos.....	67
Tabla 19.	: Dosificación de Agregados para el diseño Marshall.....	68
Tabla 20.	Dosificación del M.R. para el % CA optimo .....	69
Tabla 21.	Resultados de densidad por tipo de MAC modificada. ....	70
Tabla 22.	Resultados de vacíos por tipo de MAC modificada.....	72
Tabla 23.	Resultados de flujo por tipo de MAC modificada. ....	74
Tabla 24.	Resultados de estabilidad por tipo de MAC modificada. ....	76
Tabla 25.	Resultados de índice de rigidez por tipo de MAC modificada.....	78
Tabla 26.	Resultados de Compresión - Inmersión por tipo de MAC .....	80
Tabla 27.	Resultados de vacíos por tipo de MAC modificada.....	83
Tabla 28.	Resultados de densidad por tipo de MAC modificada. ....	85

## Índice de figuras

Figura 1.	Pavimento Flexible.....	23
Figura 2.	Grieta piel de cocodrilo. ....	25
Figura 3.	Exudaciones de asfalto. ....	25
Figura 4.	Agrietamiento en bloque. ....	25
Figura 5.	Abultamiento y hundimiento.....	26
Figura 6.	Corrugación.....	26
Figura 7.	Depresiones.....	26
Figura 8.	Grietas de borde.....	26
Figura 9.	Grietas de reflexión de juntas.....	27
Figura 10.	Desnivel carril/berma.....	27
Figura 11.	Grietas longitudinales y transversales. ....	27
Figura 12.	Parqueo.....	27
Figura 13.	Pulimiento de agregado. ....	28
Figura 14.	Hueco. ....	28
Figura 15.	Ahuellamiento. ....	28
Figura 16.	Desplazamientos.....	28
Figura 17.	Grieta parabolica.....	29
Figura 18.	Hinchamiento. ....	29
Figura 19.	Desprendimiento de agregados. ....	29
Figura 20.	Composición del Asfalto. ....	30
Figura 21.	Polímero SBS .....	33
Figura 22.	Polimero EVA .....	34
Figura 23.	Proceso de modificación de asfalto con grano de caucho.....	34
Figura 24.	Ubicación de la planta de mezcla asfáltica.....	42
Figura 25.	Mapa político del Perú y Puno .....	48
Figura 26.	Mapa de la provincia de Azángaro. ....	49
Figura 27.	Fotografía granulometría de piedra chancada .....	50
Figura 28.	Fotografía ensayo de granulometría arena chancada .....	51
Figura 29.	ensayo de granulometría agregado fino y cal hidratada.....	51
Figura 30.	Gráfico curva granulométrica para MAC-2 .....	53
Figura 31.	Colocado del CA al agregado .....	56
Figura 32.	Mezclado y Compactado de las muestras .....	57
Figura 33.	Ensayo Marshall convencional.....	57
Figura 34.	Gráfico Peso Unitario .....	59
Figura 35.	Gráfico Estabilidad .....	59

<b>Figura 36.</b>	<b>Gráfico Vacíos de Aire .....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 37.</b>	<b>Gráfico Vacíos llenados .....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 38.</b>	<b>Gráfico Vacíos en agregado mineral .....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 39.</b>	<b>Gráfico Flujo (mm) .....</b>	<b>61</b>
<b>Figura 40.</b>	<b>Gráfico Rigidez.....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 41.</b>	<b>Fotografía granulometría de piedra chancada .....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 42.</b>	<b>Fotografía ensayo de granulometría arena chancada .....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 43.</b>	<b>Fotografía ensayo de granulometría agregado fino y cal hidratada ...</b>	<b>64</b>
<b>Figura 44.</b>	<b>Gráfico curva granulométrica para MAC-2 .....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 45.</b>	<b>Ensayo marshall para encontrar la densidad.....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 46.</b>	<b>Resultados de la Densidad de la MAC modificada .....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 47.</b>	<b>Ensayo marshall para encontrar los vacíos .....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 48.</b>	<b>Resultados de los vacíos de la MAC modificada .....</b>	<b>72</b>
<b>Figura 49.</b>	<b>Ensayo marshall para encontrar el flujo .....</b>	<b>73</b>
<b>Figura 50.</b>	<b>Resultados del flujo de la MAC modificada.....</b>	<b>74</b>
<b>Figura 51.</b>	<b>Ensayo Marshall para la encontrar la estabilidad .....</b>	<b>75</b>
<b>Figura 52.</b>	<b>Resultados de la Estabilidad de la MAC modificada .....</b>	<b>76</b>
<b>Figura 53.</b>	<b>Ensayo Marshall para la encontrar el índice de rigidez. ....</b>	<b>77</b>
<b>Figura 54.</b>	<b>Resultados del índice de rigidez de la MAC modificada .....</b>	<b>78</b>
<b>Figura 55.</b>	<b>Baño maría y ensayo de resistencia a la compresión.....</b>	<b>80</b>
<b>Figura 56.</b>	<b>Resultados de Inmersión - Compresión para tipos de MAC.....</b>	<b>81</b>
<b>Figura 57.</b>	<b>Dosificación y preparación de mezcla para ensayo marshall .....</b>	<b>82</b>
<b>Figura 58.</b>	<b>Resultados de los vacíos de la MAC modificada .....</b>	<b>83</b>
<b>Figura 59.</b>	<b>Preparado de muestras y compactado para ensayo marshall .....</b>	<b>84</b>
<b>Figura 60.</b>	<b>Resultados de la Densidad de la MAC modificada .....</b>	<b>85</b>
<b>Figura 61.</b>	<b>Resultados de vacíos de aire para Huamán (2019).....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 62.</b>	<b>Gráfico de resultados propios de vacíos.....</b>	<b>88</b>
<b>Figura 63.</b>	<b>Resultados de la Densidad para Huamán (2019) .....</b>	<b>89</b>
<b>Figura 64.</b>	<b>Gráfico de resultados propios de densidad .....</b>	<b>90</b>
<b>Figura 65.</b>	<b>Gráfico de resultado de flujo para Carbajal (2020) .....</b>	<b>91</b>
<b>Figura 66.</b>	<b>Gráfico de resultados propios de flujo .....</b>	<b>92</b>
<b>Figura 67.</b>	<b>Gráfico de resultado de estabilidad para Carbajal (2020) .....</b>	<b>93</b>
<b>Figura 68.</b>	<b>Gráfico de resultados propios de Estabilidad.....</b>	<b>93</b>
<b>Figura 69.</b>	<b>Gráfico de resultado de rigidez para Carbajal (2020) .....</b>	<b>95</b>
<b>Figura 70.</b>	<b>Gráfico de resultados propios de rigidez .....</b>	<b>96</b>
<b>Figura 71.</b>	<b>Gráfico de vacíos según Caso y De la cruz (2021) .....</b>	<b>97</b>
<b>Figura 72.</b>	<b>Gráfico de resultados propios de vacíos.....</b>	<b>98</b>

<b>Figura 73.</b>	<b>Gráfico de densidad según Caso y De la cruz (2021)</b> .....	<b>99</b>
<b>Figura 74.</b>	<b>Gráfico de resultados propios de densidad</b> .....	<b>100</b>

## RESUMEN

La presente tiene como objeto principal evaluar cómo influye la incorporación de tela quirúrgica reciclada en las propiedades físico mecánicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno – 2022, nuestra metodología utilizada es de tipo aplicada, con nivel explicativo, utilizando un diseño de investigación experimental, cuasi experimental, un enfoque cuantitativo, nuestro tamaño poblacional fue la misma cantidad de las muestras, los cuales fueron 12 probetas para encontrar el contenido óptimo de asfalto en la mezcla y 12 probetas para encontrar resultados en los porcentajes de incorporación de tela quirúrgica reciclada. Nuestros resultados obtenidos señalan que existen mejoras en cuanto a las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica modificada, tenemos los resultados para la Mac convencional (densidad = 2.32 gr/cm<sup>3</sup>, vacíos de aire = 2.9 %, estabilidad = 1218 kg-f, flujo = 3.5 mm, rigidez = 3480 kg/cm, resistencia a la compresión-inmersión = 85.3 %) mientras que los resultados para la Mac modificada con 0.50 % de tela quirúrgica reciclada fueron ( densidad = 2.32 gr/cm<sup>3</sup>, vacíos de aire = 2.8 %, estabilidad = 1214 kg-f, flujo = 3.4 mm, rigidez = 3580 kg/cm, resistencia a la compresión-inmersión = 85.5 %). concluyendo, que, al tener valores mínimos en cuanto al porcentaje de vacíos de aire en la muestra, y una densidad que demuestra que nuestra mezcla es compacta, la hace una mezcla durable e impermeable, concluyendo que la Mac modificada tendrá mejores condiciones físicas, mejores resultados para la rigidez, flujo, resistencia a la compresión-inmersión, si bien es cierto nuestra estabilidad desciende en 4 puntos ante la Mac convencional, se encuentra dentro de los parámetros establecidos en la norma EG-2013, por lo tanto, se puede concluir que nuestra Mac modificada mejora sus propiedades físico mecánicas también podemos concluir que la Mac modificada incrementa su vida útil y reduce el presupuesto en cuanto al mantenimientos en carreteras.

**Palabras clave:** Propiedades físicas y mecánicas, rigidez, estabilidad, resistencia, flujo.

## ABSTRACT

The present has as its main objective to evaluate how the incorporation of recycled surgical fabric influences the physical-mechanical properties of the asphalt layer on the Azángaro - Muñani highway, Puno - 2022, our methodology used is of an applied type, with an explanatory level, using a design of experimental, quasi-experimental research, a quantitative approach, our population size was the same number of samples, which were 12 test tubes to find the optimal content of asphalt in the mixture and 12 test tubes to find results in the percentages of fabric incorporation recycled surgical. Our obtained results indicate that there are improvements in terms of the physical and mechanical properties of the modified asphalt mixture, we have the results for the conventional Mac (density = 2.32 gr/cm<sup>3</sup>, air voids = 2.9%, stability = 1218 kg-f, flow = 3.5 mm, stiffness = 3480 kg/cm, compressive-immersion resistance = 85.3%), while the results for the Mac modified with 0.50% of recycled surgical fabric were (density = 2.32 gr/cm<sup>3</sup>, air voids = 2.8%, stability = 1214 kg-f, flow = 3.4 mm, stiffness = 3580 kg/cm, compressive strength-immersion = 85.5%). Concluding that, having minimum values in terms of the percentage of air voids in the sample, and a density that shows that our mixture is compact, makes it a durable and waterproof mixture, concluding that the modified Mac will have better physical conditions, better results for stiffness, flow, resistance to compression-immersion, although it is true that our stability decreases by 4 points compared to the conventional Mac, it is within the parameters established in the EG-2013 standard, therefore, it can be concluded that our modified Mac improves its physical-mechanical properties, we can also conclude that the modified Mac increases its useful life and reduces the budget in terms of road maintenance.

**Keywords:** Physical and mechanical properties, stiffness, stability, strength, flow.

## I. INTRODUCCIÓN

A **nivel internacional**, crecimiento de la infraestructura vial en el mundo va creciendo exponencialmente, ya que la construcción de carreteras resulta imprescindible para el desarrollo en todos los aspectos de un país y el mundo, esto incrementa la economía al poder satisfacer los requerimientos básicos para el avance de las actividades productivas, por esto es menester brindar un mantenimiento que sea adecuado para incrementar el periodo de serviciabilidad, el uso de un pavimento flexible es fundamentalmente en zonas con abundante tráfico. Uno de materiales más usados en la construcción de infraestructura vial es el cemento asfáltico por lo que en la actualidad este ha sufrido varias modificaciones con la finalidad de mejorar sus propiedades físico – mecánicas. A nivel mundial se viene presentando cambios climáticos debido a la contaminación ambiental, debido a la coyuntura actual el uso de tela quirúrgica desechable (mascarilla y batas quirúrgicas) es una de las medidas más importantes para la protección ante la pandemia de COVID-19 (coronavirus), Los componentes de las mascarillas quirúrgicas y las FFP2 son filtros formados por materiales plásticos, que son los responsables de evitar que las partículas pequeñas y los virus lleguen a nuestro sistema respiratorio. Debido a estos elementos plásticos, el tiempo de descomposición de las mascarillas puede alcanzar hasta 400 años y, si no se desechan de forma correcta, tienen una alta probabilidad de contaminar nuestro entorno, es importante el reciclaje de estos materiales. tener un sistema de transporte que realmente sea sustentable es una de las acciones más importantes a tener en cuenta, ya que se da solución a las necesidades de transporte de forma segura, con la mínima contaminación posible al medio ambiente y a la vez contar con la factibilidad tanto económicamente como técnica en los proyectos a ejecutar, sustentable, es un concepto del equilibrio de medio ambiente, la sociedad y la economía, la finalidad de esta es que las futuras generaciones puedan beneficiarse del medio ambiente de la manera en la que lo hacen la generación actual, ya que los recursos utilizados en la construcción y rehabilitación de pavimentos están rápidamente agotándose y los profesionales a cargo de tomar decisiones sobre el diseño de los pavimentos están buscando productos de alternativos y métodos de

construcción que brinden una mejor vida útil y se pueda ahorrar en materiales y energía.<sup>1</sup>

A **nivel Nacional** en el Perú según el portal del MTC hasta el año 2018 se tiene un total de 26,916.00 km de carreteras pavimentadas entre rutas nacionales departamentales y vecinales, así mismo tenemos 141,557.10 km de carreteras no pavimentadas entre rutas nacionales departamentales y vecinales, basado en ello el 84% de las rutas del Perú requieren de intervención por parte de la autoridades y para ello es necesario contar con pavimentos flexibles con mayor durabilidad y mejores propiedades físico – mecánicas a fin de brindar mejor servicio a la población. Así mismo se debe tomar en cuenta que los pavimentos flexibles tienen distintos diseños para cada zona tomando en cuenta la orografía y el clima. Por lo que es común el uso de aditivos de polipropileno y polietileno con la finalidad de mejorar las propiedades del asfalto. En nuestro País en la industria de los pavimentos existe bastante acogida el uso de nuevas tecnologías e innovaciones en materiales y aditivos, para diseñar pavimentos flexibles sustentables, con el reciclado de materiales como telas quirúrgicas (mascarillas desechables, batas), las cuales contienen polipropileno y polietileno se busca contribuir en una mejor conservación y durabilidad del pavimento, así mismo la preservación del medio ambiente y abaratar los costos del mismo.

A **nivel regional** teniendo en cuenta que en el departamento de Puno que está ubicado a una altitud promedio de 3,827 m.s.n.m. hasta los 6,000 m.s.n.m. (en algunas zonas del departamento) se busca darle un valor agregado y mejorar la durabilidad y las propiedades físico - mecánicas a los pavimentos flexibles (asfalto) utilizando polímeros reciclados como son el polipropileno y polietileno (mascarillas quirúrgicas desechables, batas quirúrgicas) y así apoyar en la conservación del medio ambiente.

Por lo expuesto, se plantea el **problema general**: ¿Cómo influye la incorporación de la tela quirúrgica reciclada en las propiedades físico mecánicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno - 2022? De la misma manera se formulan los **problemas específicos**: ¿Cómo influye la incorporación de la tela

---

<sup>1</sup> (Revisión de las tendencias innovadoras en la estructuración de pavimentos como parte del desarrollo sustentable, 2018)

quirúrgica reciclada en las propiedades físicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno - 2022.?, ¿Cómo influye la incorporación de la tela quirúrgica reciclada en las propiedades mecánicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno - 2022.?, ¿La incorporación de la tela quirúrgica reciclada incrementa la vida útil de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno - 2022.?

**Justificamos** este trabajo de investigación convencidos en que es necesario incrementar la durabilidad y las propiedades físico-mecánicas de la carpeta asfáltica incorporando tela quirúrgica reciclada y se determinara la mejor dosificación que frente a los factores climáticos de nuestra zona tenga un comportamiento favorable, así mismo se le brindara un horizonte al reciclaje de insumos desechados durante la pandemia covid -19 (coronavirus). Se tiene **justificación metodológica** dado que se trabajará procedimientos estipulados en los manuales y reglamentos existentes, se utilizarán evaluaciones de laboratorio (ensayos) para poder recabar los datos, es por esto que es una investigación cuantitativa, estos datos aportaran en la afirmación o negación de la hipótesis; esto serán parte de los antecedentes para futuros investigadores del tema. **Justificación técnica**; deseamos aumentar las propiedades convencionales del pavimento flexible aumentando su durabilidad y sus propiedades físico – mecánicas con el uso de materiales reciclados (mascarillas quirúrgicas desechables, batas quirúrgicas), existen investigaciones previas sobre incorporar otros elementos en el asfalto para contrarrestar problemas de fisuras, flexibilidad y mayor velocidad en el secado, por lo que en esta investigación se ensayara con la adición de materiales reciclados de polipropileno y polietileno (mascarillas quirúrgicas desechables, batas quirúrgicas). **justificación social** con esta investigación se pretende beneficiar a la población en general, ya que con el diseño de este pavimento flexible sustentable se abaratará costos y se podría incrementar la atención con la construcción de nuevas carreteras. **Justificación económica** con la práctica de reciclaje se puede abaratar los costos de construcción y mantenimiento por km de carreteras, así también al incrementar la durabilidad de la carpeta asfáltica, los intervalos de tiempo para su mantenimiento podrían incrementarse. Esta investigación cuenta con **justificación ambiental**, la investigación tiene como finalidad aportar en la preservación del medio ambiente e incentivar el reciclaje de materiales para así

reducir la contaminación, hacer de la práctica del reciclaje favorable para darle valor agregado a la carpeta asfáltica.

Tenemos como **objetivo general**: Evaluar cómo influye la incorporación de tela quirúrgica reciclada en las propiedades físico mecánicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno - 2022. Siendo los **objetivos específicos**: Determinar cómo influye la incorporación de tela quirúrgica reciclada en las propiedades físicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno - 2022, Determinar cómo influye la incorporación de tela quirúrgica reciclada en las propiedades mecánicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno - 2022. Determinar si la incorporación de tela quirúrgica reciclada incrementa la vida útil de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno - 2022.

La **hipótesis general**: La incorporación de tela quirúrgica reciclada influye positivamente en las propiedades físico mecánicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno - 2022. Las **hipótesis específicas** serán: La incorporación de tela quirúrgica reciclada influye positivamente en las propiedades físicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno - 2022. La incorporación de tela quirúrgica reciclada influye positivamente en las propiedades mecánicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno - 2022. La incorporación de tela quirúrgica reciclada incrementa la vida útil de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno - 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Con el fin de implementar esta investigación se sondeó en muchos estudios previos, que se elaboraron al cabo de años antes del presente, en el **ámbito internacional**, tenemos a ACUÑA (2018) en su tesis indica que tiene como **objetivo** evaluar en tiempo y porcentaje las condiciones de temperatura de la masa de polímero proveniente de estas botellas de agroquímicos agregado en el asfalto de sus propiedades, observándose una **metodología** donde, primero, se evaluó las características del asfalto original, segundo, se evaluó las propiedades del plástico reciclado proveniente de envases de agroquímicos, tercero, se continuo con la elaboración y ejecución del diseño experimental utilizando tres factores (temperatura, tiempo y % de polímero agregado) en los niveles alto y bajo, finalmente se diseñó las características del espécimen de asfalto modificado que tuvo mejor grado de desempeño, obteniendo los siguientes **resultados**; en el proceso de descomposición del plástico proveniente de envases de agroquímicos que empieza a los 375°C y termina a los 500°C, siendo 460°C el punto de degradación máxima del material, por lo tanto se **concluye** que en los ensayos realizados al asfalto modificado con envases de agroquímico, el problema que se obtuvo fue la inestabilidad de la mezcla en estado líquido notándose que, a medida que transcurre del tiempo, ocurre una separación entre las dos fases. Esto hace notar un problema en cuanto al almacenamiento del mismo, transporte y bombeo correspondiente a la hora de ser usado el producto.

**SALAMANCA (2018)** en su estudio manifiesta que su **objetivo** es realizar una comparación de las características de una mezcla de asfalto modificado con caucho nacional, y las características de una mezcla modificada con polímero, así mismo una mezcla de asfalto multigrado, a través de diversos ensayos, con muestras extraídas in situ y con muestras confeccionadas en laboratorio; teniendo como **metodología** un enfoque cuantitativo experimental donde todos los materiales que constituyen la mezcla asfáltica deben ser expuestos a varios ensayos que permitirán su caracterización, para asegurar su calidad y desempeño en la carpeta, obteniendo los siguientes **resultados** realizando las comparaciones correspondientes, la mezcla asfáltica con caucho presenta una macro-textura con una mejor calidad en la superficie de rodadura, pero, se debe tomar en cuenta que

la extracción de muestras fueron realizadas dos años después de la apertura de tránsito, por lo que los valores obtenidos cercanos al límite sugerido son influenciados por el tráfico, ya que la circulación de los vehículos tienden a desgastar la superficie y disminuir el MTD, en **conclusión**, el asfalto modificado con caucho es casi el doble de rígido que los asfaltos multigrado y los asfaltos modificados con polímeros. Por lo que el asfalto modificado con polímeros tiene un excelente rendimiento a fatiga. Se observó que el asfalto modificado con caucho es levemente mejor en cuanto al comportamiento a fatiga que el asfalto con mezcla tradicional según el registro en previas investigaciones, así mismo está por debajo de los resultados obtenidos para los modificados con polímeros. Esto significa que el asfalto modificado con caucho es una solución realizable, sin costos mayores y se comporta satisfactoriamente frente a los deterioros del pavimento y primordialmente es amigable con el medio ambiente.

**VILLACIS (2018)** en su proyecto determinó como **objetivo** evaluar el desempeño del PVC y el polietileno como modificantes del asfalto, este estudio adoptó una **metodología**; con enfoque cuantitativo, explicativo compuesto de tres etapas, se realizó una verificación de investigaciones de estudios similares donde utilizaron algunos materiales reciclables como modificantes asfálticos, así determinar todos los parámetros que debían ser evaluados en los materiales y el asfalto modificado, también se recopiló información del PVC y el polipropileno los ensayos de laboratorio que se realizaron, Inicialmente fueron con el objeto de evaluar estos materiales en su estado inicial, luego los resultados del comportamiento de la mezcla modificada, obteniendo los siguientes **resultados**; la recuperación elástica nos dio un valor de 0,095 para el asfalto modificado con PVC y 0,68 para el asfalto modificado con polipropileno, estos resultados catalogan al asfalto modificado como apto para tráfico muy pesado, la temperatura con la que se trabajó es de 64 °C debido a que ese, es el grado de desempeño del asfalto original, ambos materiales modificantes produjeron un mejoramiento en cuanto al desempeño del asfalto, en **conclusión**, se puede concluir que el asfalto modificado con polipropileno tiene mejores resultados que el asfalto modificado con PVC.

Como **antecedentes nacionales** tenemos a **HUAMAN (2019)** en su investigación, cuyo principal **objetivo** es analizar como se comporta las propiedades de la mezcla asfáltica adicionando polímeros SBS. La **metodología** este estudio presento un enfoque cuantitativo, es de nivel explicativo correlacional, debido a que recopila y analiza datos numéricos, las cuales nos brindan información de importancia para poder responder si la adición de polímeros SBS modifica el comportamiento de la mezcla asfáltica convencional, los **resultados** se verifico que la adición de polímeros SBS a la mezcla de asfalto convencional, modificó de manera positiva a su comportamiento. Esto se encontró mediante el ensayo marshall. En todos los ensayos realizados a la mezcla de asfalto se obtuvieron valores que sobrepasaban de manera satisfactoria los requisitos impuestos en las normas del MTC, en **conclusión**, al adicionar polímeros SBS a la mezcla asfáltica tradicional, esta mejora de aumenta de manera positiva sus propiedades (resistencia a la compresión, adherencia, estabilidad y flujo), además de que se reduce el porcentaje de asfalto requerido en un 2%. Esto quiere decir que la mezcla asfáltica soportará de manera más eficiente las cargas aplicadas sobre su superficie, también obtendrá una mayor resistencia a la fatiga, tendrá un mayor de tiempo de vida útil y se reducirán costos por motivo de mantenimiento de vía, eleva la resistencia a la deformación, dichos valores superan satisfactoriamente los requisitos establecidos por las normas del MTC.

**GOMEZ (2020)** en su tesis indico que; su **objetivo** fue determinar si la mac modificada con polímeros mejora el comportamiento físico mecánico de la carpeta asfáltica; la **metodología** que se uso es de enfoque explicativo de tipo aplicada y diseño experimental, con la obtención de datos y posteriormente la ejecución de los ensayos en los laboratorios, con el fin de analizar las propiedades físico-mecánicas de la MAC elaborada, teniendo los siguientes **resultados**, la MAC modificada con polímeros betutec ic expresa mejor comportamiento de permeabilidad y flujo Marshall, con respecto a la mezcla asfáltica convencional PEN 85/100 . Por lo que se puede concluir que para una MAC modificada con polímeros betutec ic, se obtienen mejores condiciones y comportamiento a temperaturas bajas, cuenta con una permeabilidad adecuada en el pavimento; se **concluyó** que la incorporación de los polímeros reciclados BETUTEC IC en el diseño de la MAC del asfalto, tienen resultados significativos en la estabilidad y flujo Marshall.

**CARBAJAL (2020)** en su tesis su **objetivo** fue, realizar un análisis al comportamiento de sus propiedades del pavimento flexible al incorporar fibras de polipropileno y polietileno de alta densidad; la **metodología** en tipo de investigación fue la aplicada se clasifico en pre experimental, se consideró métodos y análisis de los resultados basados en la observación y toma de resultados a los ensayos realizados, así también el usos de los formatos de recolección con la intención de encontrar mejoras en el pavimento flexible con la incorporación del modificante; los **resultados** obtenidos fueron el 5.81% como optimo contenido de asfalto, 20.40 de contenido de vacíos en agregado mineral, se obtuvo 80.5%, de volumen de vacíos llenados, una estabilidad de 1005 Kg, un flujo de 0.36 cm. y una rigidez de 2.81 Kg/cm; el autor **concluye** que al añadir 1% de polietileno y polipropileno reciclado esto mejora las propiedades mecánicas con respecto a la muestra de mezcla asfáltica convencional, así mismo cumple con los parámetros mínimos exigidos, esto demuestra las mejoras y mayor resistencia a las cargas de transito de la zona en estudio.

Para lograr una mejor investigación del tema se consultara los **artículos de investigación** siguientes; los que son desarrollados por; **CARDENAS & OTROS (2020)** en su página RESEARCHGATE. ponen como **objetivo** investigar la utilización de materiales reciclables, alternativos y no convencionales en las mezclas asfálticas. La **metodología** en el siguiente artículo se expresa un análisis de mezclas asfálticas en sus diversas propiedades como lo es la caracterización reológica y térmica, como se comporta física y mecánicamente y el diseño de las mezclas asfálticas correspondiente teniendo como modificador del asfalto el polietileno de baja densidad, las cenizas de la cascarilla del arroz, los desperdicios plásticos y el icopor obteniendo así diferentes resultados que terminaron dando muy buenos avances en las Mac modificadas con respecto a las Mac convencionales; **resultando** que cada uno de los materiales en cierta cantidad pudo aportar durabilidad respecto a factores externos, cohesión y duración comparando de tal manera con las propiedades de las mezclas asfálticas convencionales es decir sin ninguna modificación alterna a su composición universal, además de la utilización de materiales alternativos se agrega el factor ecológico el cual se ve involucrado a la hora de reutilizar material que se piensa inútil después de un primer uso; se **concluye** que, en asfaltos modificados con PEBD se reporta cambios significativos

en las propiedades como el aumento de los valores de la rigidez así también el incremento del grado de funcionamiento a bajas e intermedias temperaturas de servicio, entonces se puede concluir que en la modificación de mezclas asfálticas con ceniza de la cascarilla de arroz se ve la disminución de vacíos en la mezcla MDC modificadas con CCA, también se tiene que un 12% mejoró la resistencia a la tensión debido al contenido de sílice, además las mezclas presentaron mayor tolerancia a las altas temperaturas lo que redundó en mayor durabilidad, en asfaltos modificados con la incorporación de desperdicios plásticos el 0.4% de residuos plásticos aumentan las propiedades mecánicas del asfalto, logran experimentar una reducción en el contenido de asfalto cuando se agrega icopor además se logra aumentar notoriamente la estabilidad.

**BALDI (2021)** En la revista INFRAESTRUCTURA VIAL Vol. 23 N° 42 pp. 13 – 22 DOI: 10.15517//iv.v23i42.44688, tiene por **objetivo** realizar un análisis y comparación del comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica convencional y otra mezcla asfáltica modificada con material de desecho tipo blíster, así mismo elaborar un resumen de los resultados de la investigación de Cajina (2020). La **metodología** de esta investigación es aplicada con el uso del diseño Superpave, teniendo en cuenta las propiedades de la mezcla asfáltica, analizando los vacíos en la mezcla asfáltica, así mismo los vacíos de agregados minerales y los vacíos en los materiales de relleno de la mezcla asfáltica; en cuanto a los **resultados** se pudo observar que al utilizar asfalto modificado con el 1% de contenido de blíster (densidad es de 2,4 t/m<sup>3</sup>), con este diseño de materiales reciclados se estaría contribuyendo a la preservación del medio ambiente, así mismo se estaría brindando un nuevo horizonte para el reciclado del blíster quien tiene pocas alternativas para ser reciclado; **concluyendo** que el asfalto modificado presentó mayor resistencia a la fatiga, mayor resistencia a la deformación permanente y a la humedad, por lo que el asfalto modificado presenta mejor comportamiento que el asfalto de control..

**JIMENEZ (2021)** Revista INFRAESTRUCTURA VIAL Vol. 23 N° 42 pág. 44 - 52; tiene por **objetivo** potenciar el uso de una mezcla asfáltica modificada con bambú, que brinda muchos beneficios tanto al medio ambiente así también se evita la erosión de los suelos, en la parte social genera nuevas y aumenta fuentes de

empleo en el cultivo del bambú. Como **metodología** se tiene la metodología de diseño superpave para Mac, así como el manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, como norma de referencia para el correcto cumplimiento de los parámetros de la mezcla asfáltica, es importante dar énfasis que se trabajó con una mezcla previamente diseñada y otra mezcla que se le añadió la fibra de bambú mediante vía seca, es decir agregándola directamente al agregado. Los **resultados**, se encontró que la mezcla con fibra de bambú cumple los parámetros de las normas internacionales, mientras que la mezcla tradicional cumple también con los parámetros más el ensayo APA. **Concluyendo** la adición de la fibra provoca cambios en las propiedades físicas, por lo que, durante el diseño del asfalto modificado con bambú se tiene que observar tales propiedades de manera que no se incurra en incumplimientos en la volumetría, es recomendable no permitir que la temperatura de mezclado este por arriba de los 170 °C, ya que la fibra de bambú presentaría un mayor % de pérdida de masa, comprometiendo el aporte de resistencia al asfalto.

In **other languages** we have a projects how **BOWERS (2018)** Report VTRC Virginia transportation research council, Curitiba, 18-R14, **aims** The objective of the present investigation is to analyze an asphalt mixture design designed in a laboratory and another asphalt mixture obtained from the field, in said analysis comparisons were made regarding the properties of the samples designed in the laboratory and mixture samples obtained from the flexible pavement. of a highway located in the VDOT district in Northern Virginia. The **methodology**, To meet the objectives of the investigation, an investigation was carried out in some background, data obtained from the HP mixture and the sample part of the control mixture were taken, laboratory tests of the control samples and HP mixtures were carried out, and the state of the pavement area was analyzed after 15 months. **The results** The lap test showed that the crack resistance was similar for the HP and control blends. However, the HP mix had an initial load almost half that of the control mix, presumably due to the mix's greater elasticity and ductility due to the presence of the HP binder. This greater elasticity and ductility can result in better field performance in terms of crack resistance. Using a failure criterion of 93% reduction in early strength, the HP blend was identified as "failed" with a lower ultimate strength than the control; **concluding** that the crack tests with the lap test were

inconclusive, although the high resilience of the HP binder is demonstrated by the reduction in the load required to mobilize the samples made with the HP binder compared to the samples made with the control binder.

**LAKSHMI & OTROS (2021)** in the original article of the page Springer Link with, Materials and Structures volume 54, Article number: 91 (2021), **aims**, To optimize the performance of PE-bitumen blends, it is necessary to understand polymer-binder relationships and their effect on the performance of the modified bitumen binder. The **methodology** presents a theoretical and empirical analysis on the optimization of low density polyethylene (LDPE) with low and high melt flow index (MFI), that is, LDPE4 and LDPE70, mixed with the asphalt binder Pen 60-70 in doses ranging from 1 and 5% by weight. In addition, the PE wax was added to the PE binder or binder mixture to improve dispersion. The **results** Based on the microstructure, between the rheological and performance characteristics, it was concluded that the 3% LDPE70 binder has better polymer dispersion, superior performance properties at low and high temperature. **Concluding**, in this analysis, polyethylene (PE) modified binders were prepared with some weight % LDPE polymer compositions. In addition, PE wax was added at a certain weight % to improve polymer dispersion and minimize agglomeration. The relationship between the LDPE contents and the asphalt binder was analyzed through thermal, microscopic, rheological and mechanical safety tests. Based on the study of polymer particle size and viscosity profiles, selected dosages of LDPE4 and LDPE70 were used for rheological and mechanical testing.

**BABALGHAITH, y otros (2018)** Ciencia e ingeniería de materiales, volumen 512, 10.<sup>a</sup> conferencia y exposición vial de Malasia 2018 29 y 31 de octubre de 2018, Selangor, Malasia. **aims** Based on the microstructure, rheology and performance characteristics of each other, it was concluded that the 3% LDPE70 binder has the best polymer dispersion, excellent low and high temperature performance properties. The **methodology** They were mixed with asphalt binder and examined at 30 minute intervals throughout the mixing process. Then each of the samples was analyzed using a dynamic shear rheometer at 58°C, 64°C and 70°C. In the **results** According to this study, the optimal mixing time that produces the superior rheological properties of all modified asphalts is 30 minutes, except for the asphalt

modified with Lucolast7010 and Anglomak2144, which is 60 minutes; In **conclusion**, the mixing season has a significant predominance in the distribution of polymer particles inside the binder to ensure the quality of the asphalt-polymer mixture.

Como bases teóricas tenemos: **Pavimento Flexible**; Es una mezcla formada por capas granulares como la base y la sub- base y otra superficial capa de rodadura, que es una carpeta conformada por materiales bituminosos como son los agregados y aglomerantes y si el caso lo amerita aditivos. Primordialmente se puede considerar como carpeta de rodadura asfáltica: mortero asfáltico, mantenimiento superficial bicapa, y monocapa, micropavimentos, macadam asfáltico, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente.<sup>2</sup>

### Sección Transversal:

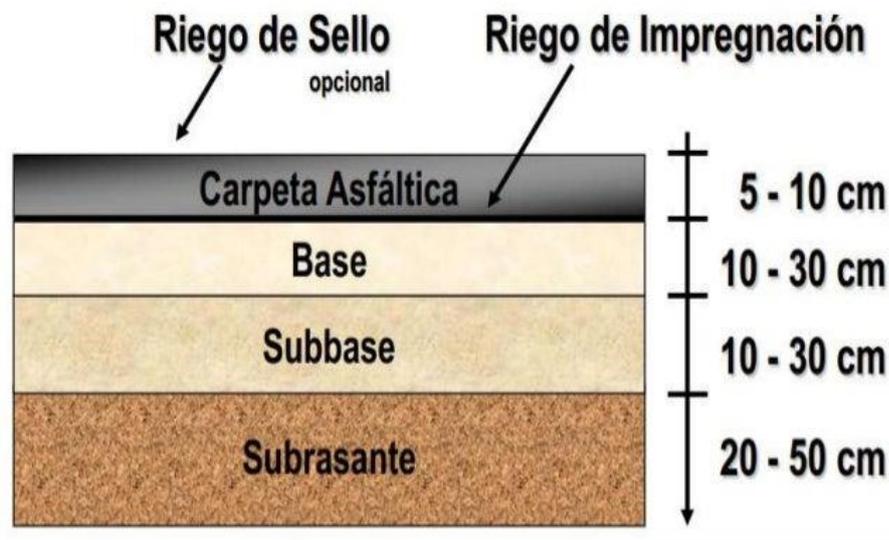


Figura 1. Pavimento Flexible

Las partes de un pavimento flexible que son parte de una carretera se ejecutan en orden descendente en cuanto a la capacidad de carga, la carpeta de rodadura está expuesta a condiciones de clima y tráfico y está sometida a los esfuerzos máximos, la capa base tiene como función principal la de soportar cargas y distribuir estas a la sub-base y terreno, la sub-base tienen como función

<sup>2</sup> (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014)

transmitir cargas al terreno. El periodo de vida útil de entre 10 y 15 años y comúnmente suele tener una vida eficaz de 20 años con mantenimiento permanente.<sup>3</sup> **Carpeta Asfáltica**; es la parte visible del pavimento flexible superficie de rodadura que esta expuesta a condiciones de clima y tráfico y está sometida a los esfuerzos máximos, están constituidas por aproximadamente un 90% de material agregado de piedra y arena gruesa, un 5% de polvo mineral (filler que pasa la malla # 200) y 5% de ligante asfáltico, las siguientes son la principales propiedades que debería cumplir: tener un diámetro menor a 1" y cumplir con las especificaciones de granulometría; tiene que cumplir con las especificaciones de dureza para lo cual se hacen pruebas de desgaste, de intemperismo, de densidad y durabilidad; la forma de las partículas deben de ser de forma cubica. En el diseño de mezclas asfálticas, es de enorme trascendencia saber la proporción de asfalto a emplearse, es importante buscar un contenido óptimo; debido a que esta tendrá que soportar los efectos del medio ambiente y el tránsito, así también las cargas ocasionadas por estas, tampoco debería ser muy gruesa ya que resultaría ser antieconómica, también este exceso de capa asfáltica puede hacer muy resbalosa el área, para calcular este óptimo diseño se desarrollan pruebas de compresión simple, el ensayo Marshall para muestras en caliente y la prueba de Hveem, para conocer la cohesión entre el material pétreo y el asfalto; en caso de que las propiedades del material pétreo resulten no ser aceptables, tenemos la posibilidad de limpiar o bien utilizar un estabilizante para modificar la tensión superficial de los poros.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> (Pavimentos flexibles)

<sup>4</sup> (Ingeniería civil (apuntes), 2009)

## Clasificación de los daños superficiales en los pavimentos:

Figura 2. Grieta piel de cocodrilo.

SEVERIDAD BAJA



SEVERIDAD MEDIA



SEVERIDAD ALTA



Figura 3. Exudaciones de asfalto.

SEVERIDAD BAJA



SEVERIDAD MEDIA



SEVERIDAD ALTA



Figura 4. Agrietamiento en bloque.

SEVERIDAD BAJA



SEVERIDAD MEDIA



SEVERIDAD ALTA



*Figura 5. Abultamiento y hundimiento.*



*Figura 6. Corrugación.*



*Figura 7. Depresiones.*



*Figura 8. Grietas de borde.*



*Figura 9. Grietas de reflexión de juntas.*



*Figura 10. Desnivel carril/berma.*



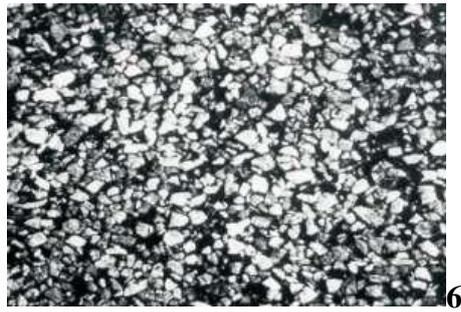
*Figura 11. Grietas longitudinales y transversales.*



*Figura 12. Parcheo.*



*Figura 13. Pulimiento de agregado.*



*Figura 14. Hueco.*

SEVERIDAD BAJA



SEVERIDAD MEDIA

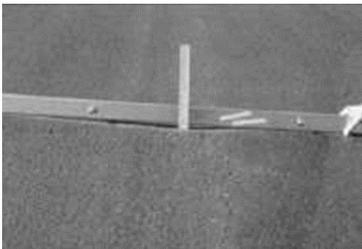


SEVERIDAD ALTA

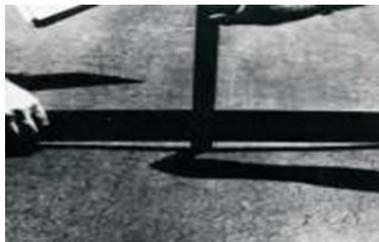


*Figura 15. Ahuellamiento.*

SEVERIDAD BAJA



SEVERIDAD MEDIA



SEVERIDAD ALTA



*Figura 16. Desplazamientos.*

SEVERIDAD BAJA



SEVERIDAD MEDIA



SEVERIDAD ALTA



*Figura 17. Grieta parabolica.*



*Figura 18. Hinchamiento.*



*Figura 19. Desprendimiento de agregados.*

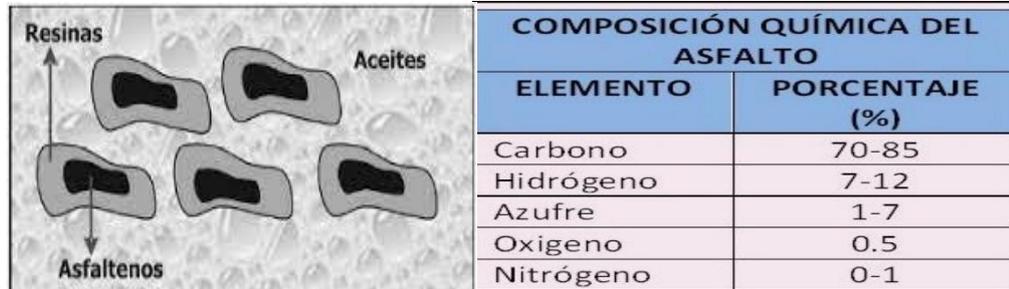


**Fuente:** Tesis Universidad Piura (2009).

**Asfaltos;** también conocido como bitumen. Es un mineral que resulta de la unión de varios elementos, la mayoría de ellos naturales, tienen varias características que hacen posible la preparación de varios productos usados en la construcción de obras viales tanto para carros y peatones, se elabora una mezcla de gravilla para pavimentar las vialidades, además de emplearse para revestir e impermeabilizar techos, muros y conductos; su naturaleza es coloidal, la estructura química del asfalto está formada por varias cadenas de moléculas, las

que principalmente son carbono, azufre, oxígeno, nitrógeno hidrógeno y complejos de vanadio, níquel, hierro, calcio y magnesio.

Figura 20. Composición del Asfalto.



Fuente: Artículo de revista ISSN 0120-5609

Las **Características del asfalto**; Es un líquido viscoso, compuesto principalmente por hidrocarburos y sus derivados, además, entre sus principales características tenemos: la consistencia, que no es nada más que la dureza del materia, depende de la temperatura; la Durabilidad, poder mantener sus propiedades con el paso del tiempo; susceptibilidad térmica, variación de algunas propiedades con la temperatura; pureza, contenido de impurezas y seguridad, manejabilidad de asfaltos a altas temperaturas.<sup>5</sup> “El cemento asfáltico que se emplea para la elaboración de mezclas asfálticas en caliente, es clasificado según la región y sus características climáticas”.<sup>6</sup>

Tabla 1. Selección de tipo de asfalto.

**Selección del tipo de cemento asfáltico**

Temperatura Media Anual			
24°C o más	24°C - 15°C	15°C - 5°C	Menos de 5°C
40-50 ó 60-70 o modificado	60-70	85-100 120-150	Asfalto Modificado

Fuente: Manual de carreteras EG-2013

<sup>5</sup> (ROCAS Y MATERIALES)

<sup>6</sup> (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013 pág. 479)

Tabla 2. 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	máx	min	máx	min	máx	min	máx	min	máx
<b>Pruebas sobre el Material Bituminoso</b>											
Penetración a 25°C, 100 g, 5 s, 0,1 mm	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 Tricloro-etileno, %	MTC E 302	99,0		99,0		99,0		99,0		99,0	
Índice de Penetración (Susceptibilidad Térmica) <sup>(1)</sup>	MTC E 304	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1
Ensayo de la Mancha (Oliensies) <sup>(2)</sup>											
Solvente Nafta – Estándar	AASHTO M 20	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Solvente Nafta – Xileno, %Xileno		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
Solvente Heptano – Xileno, %Xileno		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
<b>Pruebas sobre la Película Delgada a 163°C, 3,2 mm, 5 h</b>											
Pérdida de masa, %	ASTM D 1754		0,8		0,8		1,0		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 <sup>(3)</sup>	MTC E 306			50		75		100		100	

Fuente: Manual de carreteras EG-2013

**Asfaltos modificados;** los asfaltos modificados con polímeros mejoran la vida de un pavimento flexible de dos a tres veces. Está comprobado en distintas investigaciones que los asfaltos convencionales contienen propiedades que cumplen con los requerimientos específicos, así también dichas propiedades disminuyen en las diversas condiciones climáticas y de tránsito automotor, sin embargo, el incremento del parque automotor y por ende el tránsito, la necesidad reducir los costos en cuanto a mantenimientos a las inversiones en obras viales, hacen que en algunos casos, las características de los asfaltos convencionales resulten insuficientes, con el uso de los asfaltos convencionales, aun con los índices altos, no es posible combatir con los problemas superficiales de la carpeta asfáltica provocados más que nada por factores climatológicos. Con algunas mezclas alternativas generadas con ligantes tradicionales no se alcanza una resistencia mecánica suficiente a causa de una baja cohesión y adhesividad, agregado al contenido reducido de ligante podría incurrir en una disminución en su durabilidad, a fin de dar soluciones a estos problemas se incurre en el diseño asfaltos modificados por distintos materiales.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> (E-Asphalt)

**Tela quirúrgica;** Tela no tejida tipo, esta tela está elaborada a base de polipropileno 100%, está compuesta por tres capas, dos exteriores de Spunbond y una intermedia de Meltblown, al elaborar hacer este "sándwich" de 3 capas, se combinan las características de ambos tipos de tela y a la vez se aumenta las ventajas individuales de cada capa.<sup>8</sup> El polipropileno es un polímero termoplástico, los polímeros están compuestos por macromoléculas con varias unidades químicas más conocidas como monómeros que se repiten a lo largo de toda la cadena, que aunque no los veamos a primera vista, nos rodean en nuestro día a día y en las latas de conserva son más que habituales los policarbonatos.<sup>9</sup> Existen dos tipos de polímeros los que se utilizan para modificar asfaltos, los elastómeros que son de respuesta elástica (caucho, SBS, SBR, isopreno) y los plastómeros que brindan mayor resistencia, pero son menos deformables elásticamente (PVC, EVA). Estos polímeros son usados para mejorar algunas propiedades del asfalto, esto influye al incremento del periodo de servicio del asfalto. En el caso de los polímeros elastómeros estos pueden ser usados en ciertos casos específicos. La resistencia que aporta dicho tipo de polímero al asfalto es baja, por el contrario, cuando se le estira se nota una alta resistencia gracias a la propiedad que tiene retornar a su forma inicial.<sup>10</sup> El polímero SBS; es un polímero elastómero termoplástico, fluye de manera libre cuando está a altas temperaturas, incrementa la resistencia al pavimento, además de su resiliencia y elasticidad cuando están a temperatura ambiente. Aquí el autor nos menciona que, el polímeros SBS aunque sea de naturaleza elastómera, proporciona al asfalto mayor resistencia a los esfuerzos al que es sometido.

---

<sup>8</sup> (Industrias Ivor, 2020)

<sup>9</sup> (zchimmer & schwarz, 2019)

<sup>10</sup> (MARIN, 2004)



*Figura 21. Polímero SBS*

El Látex, hule natural; este tipo de polímero es usado mayormente para modificar asfaltos, este polímero incrementa el intervalo de plasticidad y reduce la susceptibilidad a la temperatura. El punto de flexibilidad del asfalto modificado puede aumentar a 20°C, a temperaturas inferiores el asfalto tiene un reducido grado de penetración, esto es de vital importancia debido a que estas temperaturas se dan los problemas de deformaciones de los pavimentos. Las propiedades que brindan al asfalto este tipo de polímero, evitan que sufran deformaciones pronunciadas, y además que estos polímeros son ideales para incrementar su elasticidad. Las mezclas asfálticas modificadas con polímeros tipo plastómeros, incrementan la resistencia de la carpeta asfáltica, una mayor rigidez, mejorando el comportamiento ante los esfuerzos producidos por el alto tráfico de vehículos con carga pesada. El polímero más utilizado es el etil vinilo acerato (EVA). brinda una mayor rigidez a la carpeta asfáltica, es decir contribuye en la distribución de mejor manera las cargas pesadas que transitan sobre la superficie de rodadura. el polímero EVA mejora algunas otras propiedades del pavimento asfáltico, los cuales prolongan la vida útil de la obra vial al que se le incorpore.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> (ACOSTA MESTRE, 2019 págs. 7-8)



Figura 22. Polimero EVA

**Las técnicas para modificar carpetas asfálticas:** al incorporar polímeros al asfalto las propiedades de este dependen de los siguientes parámetros: forma física del polímero, tipo de polímero a incorporar, naturaleza y grado del asfalto, tiempo y temperatura durante el mezclado, tipo de equipo que se utiliza, el proceso apropiado de modificación según el tipo de polímero, la compatibilidad del asfalto y polímero.<sup>12</sup>

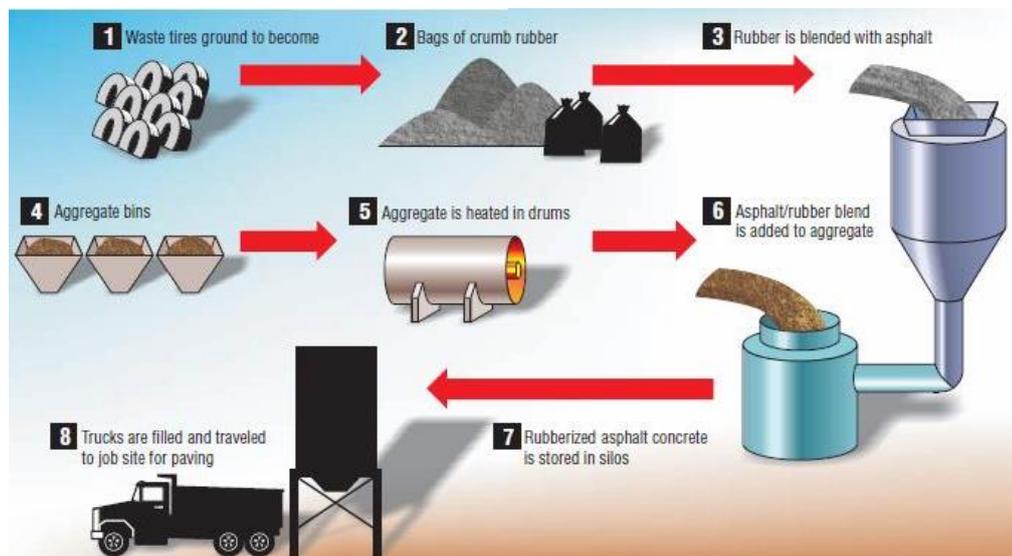


Figura 23. Proceso de modificación de asfalto con grano de caucho

<sup>12</sup> (WULF RODRIGUEZ, 2008 págs. 28-29)

**Protección del medio ambiente:** según Peru compras aparte que se apertura en el catálogo electrónico EPPs para conservar la salud, el pasado 13 de junio Un total de 304 instituciones públicas han comprado entre mascarillas y otros, por una cantidad de S/. 15, 202 925.00 emitiéndose 733 órdenes de compras.<sup>13</sup> El insumo de mayor demanda fueron las mascarillas descartables quirúrgicas, por un costo de S/. 10´093,905.17. La Contraloría General de la República está a la cabeza de esta lista de entidades con más cantidad mascarillas adquiridas, alcanzando un total de S/. 1, 310,375.25; quien le sigue en la lista es el programa nacional de alimentación escolar qali Warma por un total de S/. 511,430.29; seguidamente el banco de la nación con un total de S/. 480,031.55.<sup>14</sup> según el ranking de regiones con mayor consumo de estos EPPs es la capital Lima con un total de S/. 9,019,882.99, continua Cusco con S/. 731,835.53; Piura, con S/. 628,482.61; Puno, con S/. 541,028.69; y Junín, por un monto de S/ 430,275.05.<sup>15</sup> toda esta información se obtuvo solo durante 3 meses aproximadamente, Lo que representa un problema a gran escala para el medio ambiente, por lo que se le quiere dar un valor agregado al reciclaje de estos insumos.

Como **enfoques conceptuales** tenemos: Pavimento flexible, generalmente está constituido por una capa delgada de mezcla asfáltica, que es la que funciona como superficie de rodadura, se encarga de transmitir las cargas a las siguientes capas, está colocada sobre una capa que se llama base, y esta a su vez construida sobre la sub base las que usualmente son de material granular, en las capas superiores se encuentran los mayores esfuerzos; Mezcla asfáltica, es colocada sobre la base imprimada, es la combinación de agregados (piedra, arena y finos), y el asfalto que funciona como ligante cohesivo entre las partículas de los agregados; Asfalto, es un material altamente impermeable, adherente y cohesivo que es capaz de soportar altos esfuerzos, es una mezcla de hidrocarburos obtenido por la destilación del petróleo crudo, es posible también encontrarlo de forma natural; Polímeros, están compuestas por la unión de cientos de miles de moléculas denominadas monómeros, estas a su vez forman enormes cadenas de diversas formas; Asfaltos modificados con polímeros, es

---

<sup>13</sup> (PERU COMPRAS, 2020)

<sup>14</sup> (PERU COMPRAS, 2020)

<sup>15</sup> (PERU COMPRAS, 2020)

un ligante bituminoso al que por un procedimiento industrial se le incorpora polímeros para modificar sus propiedades físico mecánicas y mejorar su comportamiento; Propiedades físicas del asfalto, las principales son: la durabilidad, adhesión, susceptibilidad a la temperatura, envejecimiento y endurecimiento; Propiedades mecánicas del asfalto, son la susceptibilidad térmica, la rigidez, la resistencia al envejecimiento, la resistencia a las deformaciones plásticas y la resistencia a la fatiga ya sea por factores climatológicos y del tránsito; Importancia del reciclaje, porque con esta práctica se logra ahorra mucho en energía y así combatir contra el cambio climático, ayudando a consumir menos materia prima, también poder brindar a distintos materiales de desecho un rumbo para su segundo uso.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:** es de tipo **Aplicada**, porque tiene como objetivo generar nuevas tecnologías a partir de la base de conocimientos previamente adquiridos durante una investigación estratégica y así determinar si esta investigación es útil tomando en cuenta algunos refinamientos o no, con la finalidad de conseguir los objetivos ya definidos.<sup>16</sup> Esta investigación será de tipo aplicada puesto que se utilizarán estudios ya desarrollados y procedimientos descritos.

**Diseño de investigación:** es **Experimental**, ya que “Los comportamientos de las variables independientes serán manipulados directamente por el investigador, por lo que se tendrá un mejor control a las evidencias de causa - efecto.”<sup>17</sup> La presente investigación tiene un diseño experimental, más específicamente **cuasi experimental** porque, se tiene como objetivo analizar el grado de incidencia en el campo de investigación, se aplicaran ensayos a las muestras significativas.

**Nivel de investigación:** En la presente investigación nuestro nivel es **explicativo** porque se tiene relaciones de causa - efecto entre la influencia de agregar tela quirúrgica como material reciclado y las propiedades físico – mecánica de la carpeta asfáltica.

**Enfoque de investigación:** La siguiente investigación es de enfoque **cuantitativo** “puesto que, se utilizará información mayormente de tipo numérico con datos nuevos y existentes”.<sup>18</sup>

---

<sup>16</sup> (Tipos, metodos y estrategias de investigacion cientifica, 2008)

<sup>17</sup> (Tipos, metodos y estrategias de investigacion cientifica, 2008)

<sup>18</sup> (HERNANDEZ, 2012)

### 3.2 Variables y operacionalización

#### **Variables de estudio:**

**Variable Independiente:** incorporación de tela quirúrgica reciclada.

Definición conceptual: las mascarillas quirúrgicas desechables, batas quirúrgicas utilizadas por el personal de los hospitales, pueden tener una segunda vida y reciclando dichos materiales de tela quirúrgica, se pueden obtener polímeros los cuales aportan mayor ductilidad, flexibilidad y fuerza, todo esto nos permite producir una mezcla asfáltica con mejores propiedades físicas y mecánicas.

Definición operacional: la tela quirúrgica reciclada (mascarillas descartables, batas quirúrgicas) es desarrollada teniendo en cuenta la dosificación sobre la mezcla asfáltica.

Dimensión: Dosificación.

Indicadores: 0.00%, 0.30%, 0.40%, 0.50% y 1.00% de tela quirúrgica reciclada.

Escala de medición: nominal y de razón.

**Variable Dependiente:** Propiedades físicas y mecánicas de la carpeta asfáltica.

Definición conceptual: las propiedades físicas y mecánicas de la carpeta asfáltica son muy importantes porque estas propiedades determinan el comportamiento de la mezcla frente a los factores climáticos y la optimización de su vida útil, las más resaltantes están: la durabilidad, flexibilidad, impermeabilidad, flujo, estabilidad, resistencia a la compresión y rigidez.

Definición operacional: Las propiedades de la mezcla asfáltica que se evaluarán serán: durabilidad, flexibilidad, impermeabilidad, flujo, estabilidad, resistencia a la compresión y rigidez.

Dimensión: Propiedades físicas y mecánicas.

Indicadores: durabilidad, impermeabilidad, flujo, estabilidad, resistencia a la compresión y rigidez.

Escala de medición: nominal y de razón.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población;** “También conocido como universo, es el conjunto de todos los elementos con determinada propiedad en común, que el investigador desea analizar”.<sup>19</sup> en nuestra presente investigación nuestra población está conformada por la misma cantidad de muestras, siendo esta población de tipo finita ya que la cantidad de muestras fueron determinadas por el investigador basado en la normatividad vigente y criterio personal.

**Criterios de inclusión;** “son todas aquellas particulares características que debe tener el objeto o sujeto para que este forme parte de la investigación.”<sup>20</sup>

En nuestra investigación se tomará en cuenta para los ensayos correspondientes toda el área que se encuentra en toda la ruta en estudio, ya que, para el análisis de los resultados, es necesario estudiar, las mismas características en cuanto a factores climatológicos y tipo de terreno.

**Criterios de exclusión;** “se refieren las propiedades o características que pueden alterar o cambiar los resultados obtenidos”.<sup>21</sup>

En esta investigación no se excluirá ningún sector de la ruta en estudio, ya que a lo largo de todo el trayecto se tiene las mismas características, y no existen parámetros que comprometa de alguna manera los resultados.

**Muestra;** “Es parte del universo con las similares características y propiedades, existen diversas formas para la obtención de muestras, pueden ser probabilísticos y no probabilísticos”.<sup>22</sup>

---

<sup>19</sup> (Poblacion, muestra y Muestreo, 2004 págs. 69-74)

<sup>20</sup> (El protocolo de investigacion III: la poblacion de estudio, 2016 págs. 201-206)

<sup>21</sup> (El protocolo de investigacion III: la poblacion de estudio, 2016 págs. 201-206)

<sup>22</sup> (Poblacion, muestra y Muestreo, 2004 págs. 69-74)

Tomando en cuenta las normas y manuales del ministerio de transportes y comunicaciones, se tendrá un total de 24 muestras, entre mezclas convencionales y modificadas según el cuadro siguiente, se utilizará los ensayos de marshall:

*Tabla 3. Cuadro de distribución de muestras para los ensayos correspondientes.*

ASFALTO	% DE MODIFICADOR RESPECTO AL CEMENTO ASFALTICO	% DE CEMENTO ASFALTICO				Sub Total	TOTAL
		5.50%	6.00%	6.50%	7.00%		
MEZCLA CONVENCIONAL		3	3	3	3	12	12
MC+ TELA QUIRURGICA REICLADA	0.30%	3				3	12
	0.40%	3				3	
	0.50%	3				3	
	1.00%	3				3	
<b>TOTAL MUESTRAS</b>						24	24

*Fuente: Elaboración propia*

Así mismo, se realizarán ensayos de resistencia a la compresión – inmersión a baño maría y baño de aire, cabe resaltar que realizaran ensayos para analizar las propiedades de los materiales que forman parte de las muestras.

**Muestreo** “método o técnica para la selección de las personas u objetos que formaran parte de la muestra de estudio.”<sup>23</sup> Para nuestro estudio, utilizaremos el muestreo no probabilístico de tipo intencional o deliberadamente, puesto que, el investigador analiza las muestras suficientes para la obtención de resultados concluyentes.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

**Técnica de investigación;** Existen varias técnicas para la obtención de datos, las cuales son muy útiles, sin embargo, la elección del método a

<sup>23</sup> (Poblacion, muestra y Muestreo, 2004)

utilizar, depende de los tipos de variables, el lugar donde se recolectará los datos y las habilidades que posee el investigador, entre otros.<sup>24</sup> En el presente estudio se utiliza el método de observación in situ, que nos permite obtener datos directamente durante los ensayos realizados.

**Instrumentos de recolección de datos;** “Herramientas que están compuestos por una variedad de cuestionamientos tomando en cuenta las variables que se analizan, dichos cuestionamientos se elaboran considerando los objetivos de la investigación”.<sup>25</sup>

Por lo expuesto, nuestro instrumento es el cuestionario o fichas de recolección de datos, equipos de laboratorio y otros que permita el procesamiento de los datos obtenidos. Todo instrumento para la recolección de datos de cumplir requisitos como:

la **Validez**, “La exactitud con la que los instrumentos pueden obtener los datos que logren explicar y representar los objetivos del investigador.”<sup>26</sup> Los resultados de los ensayos obtenidos serán validados por tres (03) profesionales en la materia, con experiencia en carreteras. *Ver anexo 04.*

La **Confiabilidad**, “Esta se refiere al grado en que la aplicación repetida de una evaluación a una persona u objeto, este tendrá como resultados iguales.”<sup>27</sup> La confiabilidad en esta investigación estará avalada por los certificados de calibración de los equipos de laboratorio utilizados en los ensayos, los que cuentan con la dirección técnica del responsable del laboratorio experto en los ensayos.

**3.5. Procedimientos;** Se identificará la planta de mezclas asfálticas “Surupana” ubicada a la salida a Arequipa, para la toma de muestras de los agregados y minerales, realizar los ensayos correspondientes para obtener la granulometría óptima, para continuar con los diseños de diferentes contenidos de asfalto, de igual manera aplicando los distintos porcentajes de la tela quirúrgica reciclada de los diferentes hospitales de nuestra localidad.

---

<sup>24</sup> (Question Pro)

<sup>25</sup> (TAMAYO LY, y otros)

<sup>26</sup> (TAMAYO LY, y otros)

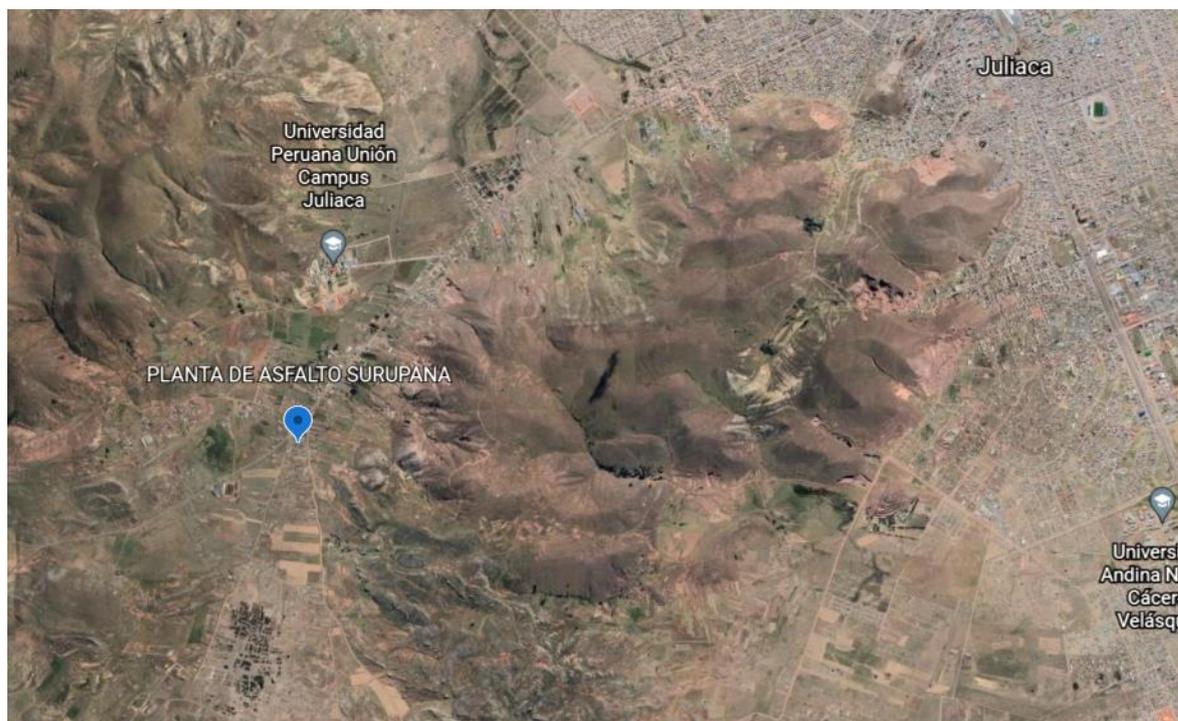
<sup>27</sup> (TAMAYO LY, y otros)

Posteriormente se realizarán los ensayos correspondientes para lo cual se tomará en cuenta los parámetros de la norma ASTM D1559 y MTC E504, donde se establece que cada espécimen debe tener una altura de 64 mm (2.5”) y un diámetro de 102 mm (4”), y un peso estimado de 1200 g, y otros ensayos paralelos necesarios para la obtención de los resultados que satisfagan nuestros objetivos.

### **Procedimientos establecidos para el ensayo Marshall**

**Selección del material;** Los materiales como agregados que se emplean en la presente investigación se obtienen de distintas canteras que abastecen a la planta de mezclas asfálticas, los mismos que pasaran por los ensayos correspondientes para determinar las propiedades optimas, según lo establecido en MTC E 503.

*Figura 24. Ubicación de la planta de mezcla asfáltica*



*Fuente: Google earth.*

**Obtención de material reciclado;** La tela quirúrgica reciclada será recolectada de los diferentes establecimientos de salud, siguiendo con los protocolos de seguridad, para luego realizar la desinfección y limpieza, posteriormente se trituran en tamaños de 0.5 cm x 0.5 cm, desechando las tiras de metal si las tuviese y los sujetadores o bordes, si esto no se concretara, se comprará dichos materiales para proceder con el mismo método de trituración.

**Análisis de granulometría de los materiales;** Se procederá con el traslado de los materiales finos y gruesos obtenidos, para realizar los correspondientes ensayos de granulometría.

**Manual de Carreteras (EG – 2013);** Los requisitos mínimos que debe cumplir los agregados, se encuentran en la tabla 423-1 y tabla 423-2, sección 423: “Pavimento de concreto asfáltico en caliente” (pág. 560), se muestra a continuación:

*Tabla 4. : Requerimiento de calidad 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.

\* Excepcionalmente se aceptarán porcentajes mayores sólo si se aseguran las propiedades de durabilidad de la mezcla asfáltica.

**Fuente:** Manual de Carreteras.

Tabla 5. : Requerimiento de calidad para 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.° 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.° 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.

\*\*Excepcionalmente se aceptarán porcentajes mayores sólo si se aseguran las propiedades de durabilidad de la mezcla asfáltica.

**Fuente:** Manual de Carreteras.

**Preparación de materiales;** Luego de verificada la granulometría, se procede a preparar los materiales con las respectivas dosis tanto en materiales gruesos, finos, cemento asfáltico y material reciclado, en sus respectivos porcentajes de análisis.

**Gradación EG – 2013;** La gradación de los agregados para la elaboración de la mezcla asfáltica en caliente deberá adecuarse a algunas de las siguientes características, el material de la mezcla debe estar libre de masas compactas y pequeños cúmulos de material y se admitirá como máximo el 1% de partículas deleznable (material desmenuzante con facilidad en los agregados), según ensayo MTC E212. La mezcla deberá responder a algunos de los usos granulométricos como se visualiza en el siguiente cuadro:

Tabla 6. : Agregado - MAC pavimento -EG 2013

Tabla 423-03

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
75 µm (N.º 200)	4-8	4-8	5-10

Fuente: Manual de Carreteras

**Elaboración de mezclas;** Para el preparado de las mezclas se prepararán en diferentes recipientes que contengan materiales para la elaboración de por lo menos 3 a 4 especímenes, preparar cada material que interviene con sus respectivos pesos para la elaboración de muestras de 1200g. aproximadamente, los agregados se calientan a una temperatura de 28°C(50°F), el proceso de mezclado puede hacerse con la ayuda de equipos o manualmente, lo cierto es que se debe realizar rápidamente.

**Cemento asfáltico de petróleo (PEN);** El cemento asfáltico producido para las mezclas asfáltica en caliente serán divididos por viscosidad absoluta o por penetración. El empleo del cemento asfáltico dependerá las características climáticas del área de estudio. Según la tabla 415-1 (EG-2013):

Tabla 7. : Selección de Tipo de Cemento Asfáltico

Temperatura Media Anual			
24°C o más	24°C - 15°C	15°C - 5°C	Menos de 5°C
40-50 ó 60-70 o modificado	60-70	85-100 120-150	Asfalto Modificado

Fuente: Manual de Carreteras.

**Requerimientos de calidad para la MAC;** Las propiedades de calidad de la MAC, deben estar de acuerdo con los requerimientos para mezclas asfálticas como se observa a continuación:

*Tabla 8. : 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	<a href="#">Ver Tabla 423-10</a>		
<b>Inmersión – Compresión (MTC E 518)</b>			
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 AASHTO T 283	80 Min.		

**Fuente:** Manual de Carreteras

**Cantidad de especímenes;** Se tiene previsto realizar un total de 12 especímenes, para los porcentajes de 5.50%,6.00%,6.50%,7.00% de cemento asfáltico en una mezcla tradicional de asfalto se elaborarán y 12 especímenes para las mezclas asfálticas modificadas con tela quirúrgica reciclada con el porcentaje (0.30%,0.40%,0.50% o 1.00%) que según los ensayos previos se determine por conveniente agregar con respecto al cemento asfáltico, considerando también los porcentajes de 5.50%,6.00%,6.50%,7.00% de cemento asfáltico. Haciendo un total de 24 probetas o especímenes. Los pesos de cada muestra son de aproximadamente 1200g.

**Compactación de especímenes;** Una vez elaborada la mezcla y colocada en el molde de compactación, se procederá con la aplicación de golpes según lo establecido en la norma, ya sea con el martillo de compresión o

manualmente, tomando en cuenta que se debe golpear por las dos caras. Para luego dejarlas que se enfríen a temperatura ambiente.

**Extracción de probetas;** Con la ayuda de un extractor se procederá a desmoldear todas las probetas, para colocarlas sobre una superficie firme y uniforme. A la espera de las pruebas correspondientes, para la obtención de datos.

**3.6. Método de análisis de datos;** “en esta etapa se trata de analizar los datos obtenidos con la finalidad de contrastar estas con los objetivos e hipótesis planteadas, obtener algunas conclusiones y una posterior toma de decisiones”.<sup>28</sup> En la presente investigación se hará uso del análisis descriptivo, ya que, posterior a la obtención de datos obtenidos en los diferentes ensayos en el laboratorio, se realizará el trabajo en gabinete que corresponde a realizar cuadros comparativos, análisis y gráficos estadísticos, y otros que permitan satisfacer las hipótesis planteadas.

**3.7. Aspectos éticos;** En este documento redactado se respetó los derechos intelectuales con el uso de citas bibliográficas conteniendo (el autor, título, año y página si la tuviera), dando cumplimiento a la norma ISO – 690, cumpliendo así los principios de autenticidad y veracidad en la elaboración de este documento, así mismo los trabajos en campo se desarrollarán bajo los mismos principios.

---

<sup>28</sup> (QuestionPro)

#### IV. RESULTADOS

“Mejoramiento de las propiedades físico mecánicas de la carpeta asfáltica incorporando tela quirúrgica reciclada en la carretera Azángaro - Muñani, Puno - 2022”.

##### Ubicación del proyecto.

La presente investigación se llevó a cabo en la carretera PU-111 Azángaro - Muñani en ubicado en la provincia de Azángaro, departamento de Puno.

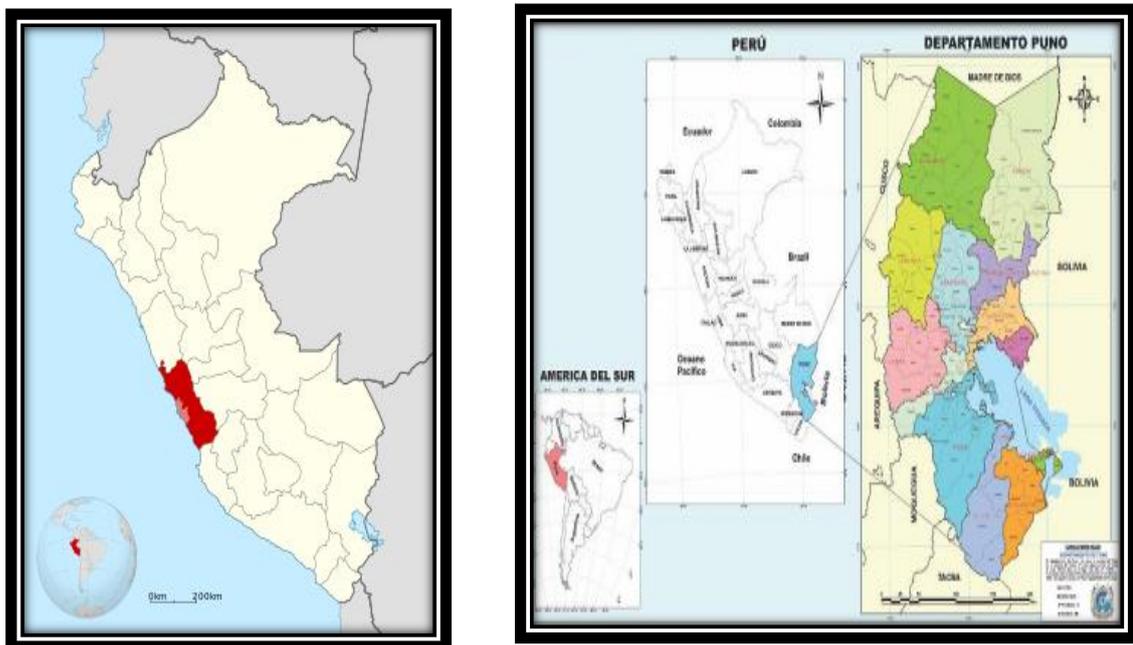


Figura 25. Mapa político del Perú y Puno

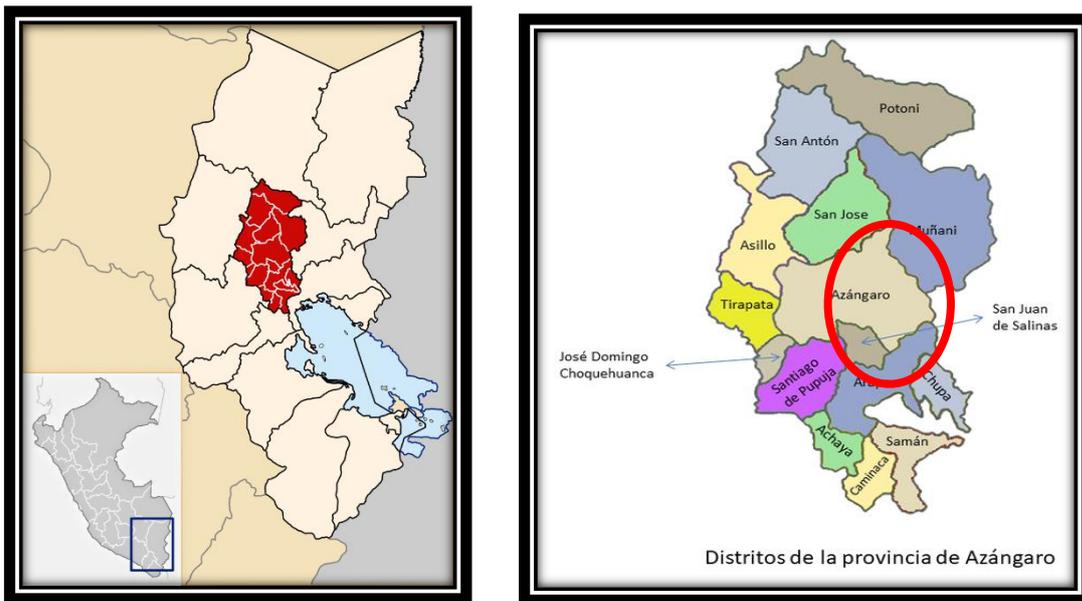


Figura 26. Mapa de la provincia de Azángaro.

**Limites:**

- Norte : Con la provincia de Carabaya
- Sur : Con la Provincia de San Román.
- Este : Con la provincia de San Antonio de Putina y Huancané.
- Oeste : Con provincia de Melgar.

**Ubicación geográfica**

La provincia de Azangaro presenta las siguientes coordenadas geográficas: Latitud Sur 14°, 54',36" y Oeste 70°,11', 51", contando con un área de 4970.01 km<sup>2</sup> aproximadamente con una altitud entre los 3,859 m.s.n.m. Según la INEI hasta el 2012 contaba con una población de 28,526 habitantes.

**Clima**

La provincia de Azángaro está ubicada a 3859 m.s.n.m., se encuentra ubicado, su clima es cálido y templado, en épocas de invierno se tiene menos

presencia de precipitaciones pluviales que en verano. Su temperatura durante esta época es de 8.1 °C. Las precipitaciones pluviales normalmente son de 671 mm. El mes de julio es el mes más seco de la provincia de Azangaro, normalmente durante el mes de enero se producen las mayores precipitaciones del año. El mes de diciembre es en promedio el más caluroso (temperatura promedio de 10.0 °C), y el más frío, julio (4.6 °C).

### **Selección y extracción de agregado fino y grueso.**

De acuerdo a diversos estudios sobre canteras realizados en la región para la construcción de obras viales, se encuentra que la cantera que presenta mejores resultados y condiciones es la cantera de la planta de asfalto Surupana.

Por lo que se ha seleccionado material de dicha cantera para realizar los ensayos respectivos y cumplir con los objetivos.

Los ensayos realizados de agregados para mezclas asfálticas son: análisis granulométrico (ASTM C136).



*Figura 27. Fotografía granulometría de piedra chancada*



*Figura 28. Fotografía ensayo de granulometría arena chancada*



*Figura 29. ensayo de granulometría agregado fino y cal hidratada*

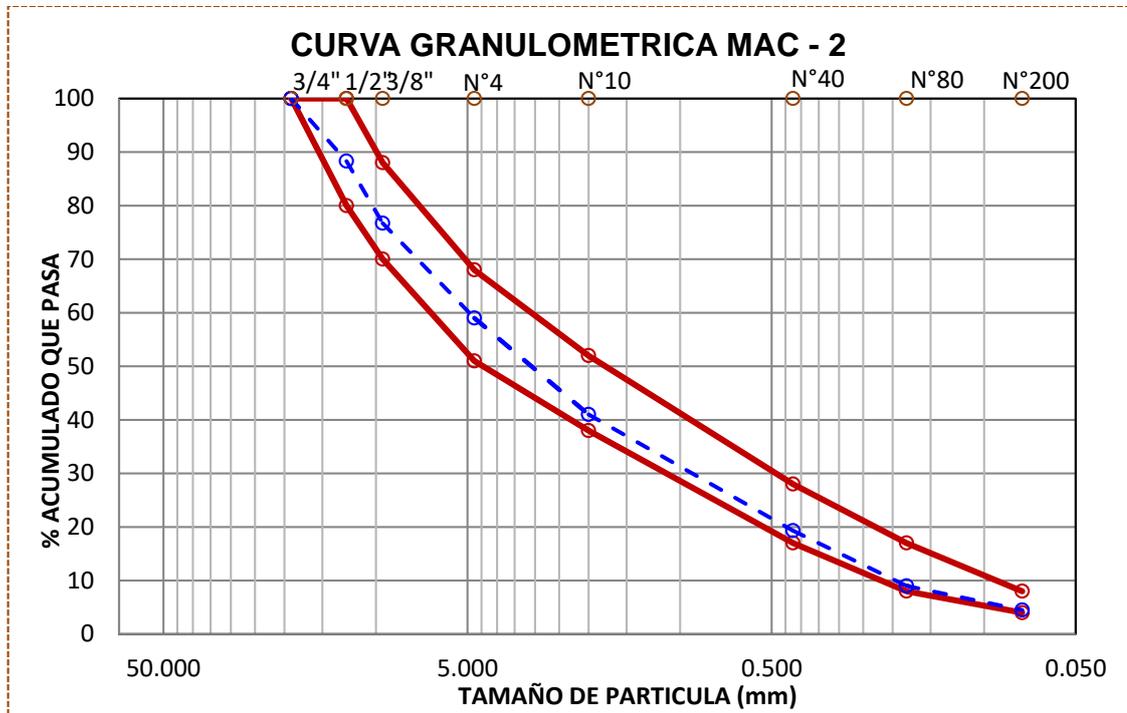
Tabla 9. : Análisis granulométrico de agregados

ABERTURA MALLA	AASHTO T- 27(mm)	GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS						ESPECIFICACIONES ASTM D3515	
		AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO		FILLER (CEMENTO)	% COMBINADO PASA ACUM.	Mín	Máx
		ARENA NATURAL N°3/8"	ARENA CHANCADA N° 1/2"	PIEDRA CHANCADA 3/8"	PIEDRA CHANCADA 3/4"				
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100
1/2"	12.500	100.0	100.0	100.0	66.5	100.0	88.3	80	100
3/8"	9.500	100.0	95.6	100.0	39.0	100.0	76.7	70	88
Nº 4	4.750	90.1	90.1	100.0	0.9	100.0	59.0	51	68
Nº10	2.000	59.7	63.6	100.0	0.3	100.0	41.0	38	52
Nº 40	0.425	31.6	27.2	100.0	0.0	99.9	19.3	17	28
Nº80	0.180	12.1	12.8	100.0	0.0	98.6	9.0	8	17
Nº 200	0.075	4.4	6.1	100.0	0.0	95.2	4.5	4	8

Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente obtenemos los tamaños de los agregados finos y gruesos con el uso de los equipos de laboratorio como son el tamiz, con lo cual se nos permite cumplir con los requisitos a las especificaciones normadas para nuestro diseño MAC – 2. Y proseguir con la estimación de los pesos de cada material a intervenir en nuestra mezcla.

Figura 30. Gráfico curva granulométrica para MAC-2



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10. : Porcentajes de combinación de agregados

PORCENTAJE DE COMBINACIÓN DE AGREGADOS						
AGREGADO FINO ( % )		AGREGADO GRUESO ( % )		FILLER ( % )		TOTAL
ARENA NATURAL N°3/8"	20.00	PIEDRA CHANCADA 3/8"	0.00	FILLER (CAL)	1.00	
ARENA CHANCADA N° 1/2"	44.00	PIEDRA CHANCADA 3/4"	35.00			
<b>Sub Total</b>	<b>64.00</b>	<b>Sub Total</b>	<b>35.00</b>		<b>1.00</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación;

Según el Grafico N° 01 donde se puede observar la granulometría de los agregados finos y gruesos y según los ensayos practicados se pudo obtener la siguiente dosificación: 64.00% de agregado fino (arena y arena chancada), 35.00% de agregado grueso (piedra chancada) y 1.00% de Filler (Cal).

## Requerimientos para los agregados pétreos

Ya realizado el tamizado de los agregados fino y grueso, estos se encuentran listos para los ensayos de calidad, se muestran los resultados obtenidos en la siguiente tabla a los ensayos a las características.

*Tabla 11. : Resumen de resultados de características de los agregados grueso*

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud (msnm) > 3000	Resultados	Observación
Durabilidad	MTC E-209	15% maximo	6.02%	OK
Abrasión de los ángeles	MTC E-207	35% maximo	23.70%	OK
Adherencia	MTC E-517	+95	100%	OK
Índice de durabilidad	MTC E-214	35% minimo	73.03%	OK
Partículas chatas y alargadas	ASTM-4791	10% maximo	8.78%	OK
Caras fracturadas	MTC E-210	90/70		OK
Sales solubles totales	MTC E-219	0.5% maximo	0.21%	OK
Absorción	MTC E-206	1.0% maximo	0.83%	OK

**Fuente:** Elaboración Propia

### Interpretación;

De los resultados obtenidos en los diferentes ensayos realizados para el control de los agregados gruesos, encontramos que se cumple con todos los requerimientos mínimos según la normatividad vigente Manual de carreteras EG-2013.

Para establecer que el agregado fino cumple con los requerimientos mínimos para el Diseño Marshall se muestra la siguiente tabla.

*Tabla 12. : Resumen de resultados de características de los agregados finos.*

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud (msnm) > 3000	Resultados	Observación
Equivalente Arena	MTC E-214	70%	74%	OK
Angularidad de agregado fino	MTC E-222	40%	44.33%	OK
Azul de metileno	AASTHO TP-57	8 maximo	5.00 mg/g	OK
Índice de plasticidad (malla n° 40)	MTC E-111	NP	NP	OK
Durabilidad	MTC E-209	18% maximo	7.80%	OK
Índice de durabilidad	MTC E-214	35% minimo	69.79%	OK
Índice de plasticidad (malla n° 200)	MTC E-211	NP	NP	OK
Sales solubles totales	MTC E-219	0.5% maximo	0.24%	OK
Absorción	MTC E-205	0.5% maximo	0.31%	OK

Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación;

De los resultados obtenidos en los diferentes ensayos realizados para el control de los agregados finos, encontramos que se cumple con todos los requerimientos mínimos según la normatividad vigente Manual de carreteras EG-2013. Se le incorporo relleno mineral (cal hidratada) a ambos diseños de mezclas asfálticas, con la finalidad de incrementar el porcentaje de finos en nuestra mezcla y le proporciona una mejor gradación a la muestra.

### Diseño de mezclas asfálticas.

Para realizar el diseño de las 2 mezclas asfálticas (convencional, modificada con tela quirúrgica reciclada (polímeros)), se tomará como referencia el manual de carreteras EG-2013. Por ello fue necesario realizar primero la dosificación de la mezcla de asfalto, en la siguiente tabla mostramos los resultados obtenidos.

Tabla 13. : Dosificación de Agregados para el diseño Marshall.

Insumos	Porcentaje
Agregado Grueso	35.00%
Agregado fino	64.00%
Filler	1.00%
<b>Total Porcentaje (%)</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación;

Los porcentajes indicados en la tabla fueron tomados en cuenta durante la elaboración de los dos tipos de mezclas asfálticas (convencional y modificada) ensayadas en el laboratorio, en una parte inicial buscando el óptimo contenido de cemento asfáltico en la mac, y en una segunda etapa buscando el mejor resultado incorporando tela quirúrgica reciclada.

### **Ensayo Marshall para la MAC convencional.**

Inmediatamente después de calcular los porcentajes de aporte de los agregados que se utilizó para cada probeta, se calculó el peso para cada porcentaje de cemento asfáltico PEN 120/150 para los 1200 gr., posteriormente se procedió a armar 04 grupos de 03 briquetas cada uno para incorporar distinto porcentaje de asfalto a cada grupo. Los porcentajes ensayados fueron (5.50%, 6.00%, 6.50% y 7.00%), para determinar la capacidad óptima del asfalto en la mezcla convencional. El cemento asfáltico de petróleo a emplearse fue del tipo PEN 120/150, debido al clima y temperatura de la zona del proyecto. Ya que la temperatura promedio anual de la provincia de Azángaro es de 10.0°C.



*Figura 31. Colocado del CA al agregado*



*Figura 32. Mezclado y Compactado de las muestras*



*Figura 33. Ensayo Marshall convencional*

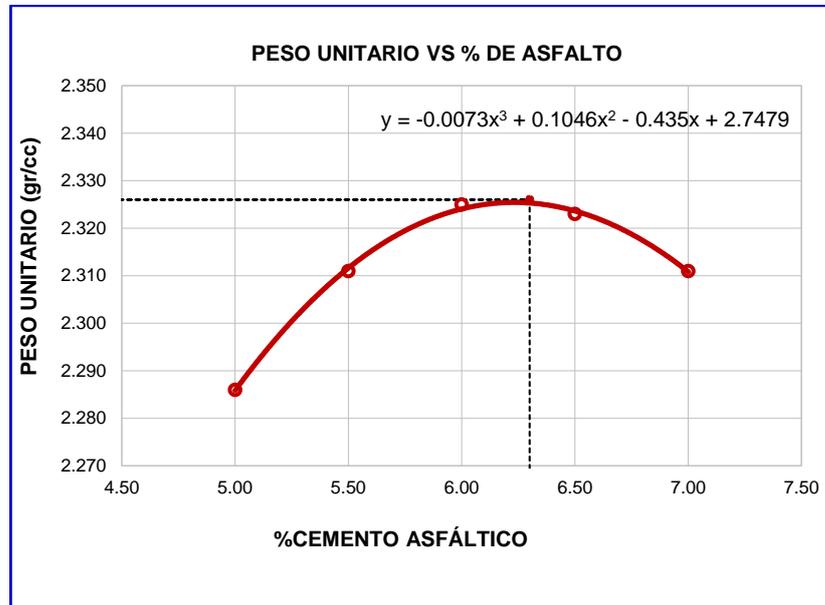
Tabla 14. : Resumen de diseño de mezcla asfáltica PEN 120/150 convencional.

ENSAYO MARSHALL													
(ASTM D - 1559)													
DISEÑO MAC - 2													
DESCRIPCIÓN	Nº DE BRIQUETAS												
	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C	
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		5.50		6.00		6.50		7.00				
2	% DE AGREGADO GRUESO (>N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		41.320		41.100		40.880		40.660				
3	% DE AGREGADO FINO (<N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		53.200		52.920		52.640		52.360				
4	% DE FILLER (MINIMO 65% PASA N°200) EN PESO DE LA MEZCLA		0.950		0.940		0.940		0.930				
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE (gr/cc)		1.014		1.014		1.014		1.014				
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (gr/cc)		2.762		2.762		2.762		2.762				
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-APARENTE (gr/cc)		2.804		2.804		2.804		2.804				
8	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK (gr/cc)		2.685		2.685		2.685		2.685				
9	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - APARENTE (gr/cc)		2.700		2.700		2.700		2.700				
10	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE (gr/cc)		2.290		2.290		2.290		2.290				
11	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.4	6.4	6.4	6.6	6.6	6.6	6.5	6.5	6.5	6.4	6.5	6.4
12	PESO DE LA BRIQUETA SECA EN EL AIRE (gr.)	1206.3	1209.9	1207.5	1212.2	1214.9	1211.8	1209.5	1212.9	1211.0	1207.1	1210.8	1206.1
13	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (gr.)	1207.4	1210.6	1208.6	1214.4	1216.3	1213.8	1211.3	1214.0	1212.3	1208.6	1211.7	1207.1
14	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.)	686.6	685.8	686.4	693.5	696.5	689.4	691.3	691.5	690.9	686.4	686.9	686.1
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (cm³)	520.820	524.860	522.270	520.930	519.850	524.430	519.940	522.470	521.470	522.200	524.750	520.930
16	PESO UNITARIO DE LA BRIQUETA (gr./cm.³)	2.316	2.305	2.312	2.327	2.337	2.311	2.326	2.321	2.322	2.311	2.307	2.315
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041 (gr./cm.³)	2.457		2.439		2.394		2.378					
18	MAXIMA DENSIDAD TEORICA DE LOS AGREGADOS (gr./cm.³)	2.473		2.454		2.435		2.417					
19	PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE (%)	5.700	6.200	5.900	4.600	4.200	5.200	2.800	3.000	3.000	2.800	3.000	2.600
20	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm.³)	2.713		2.713		2.713		2.713		2.713		2.713	
21	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm.³)	2.739		2.739		2.739		2.739		2.739		2.739	
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm.³)	2.726		2.726		2.726		2.726		2.726		2.726	
23	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.180		0.180		0.180		0.180		0.180		0.180	
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	5.330		5.830		6.330		6.830					
25	PORCENTAJE DE VACIOS EN AGREADO MINERAL V.M.A. (%)	18.50	18.90	18.60	18.60	18.20	19.10	19.00	19.20	19.20	20.00	20.10	19.80
26	PORCENTAJE DE VACIOS LLENADOS CON C. A. (V.F.A.) (%)	69.20	67.20	68.30	75.30	76.90	72.80	85.30	84.40	84.40	86.00	85.10	86.90
27	FLUJO (mm)	2.30	2.30	2.30	2.50	2.50	2.50	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00
28	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (Kg)	1144.00	1180.00	1140.00	1120.00	1110.00	1120.00	1149.00	1149.00	1144.00	1140.00	1170.00	1132.00
29	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00
30	ESTABILIDAD CORREGIDA (Kg)	1144	1133	1140	1120	1110	1075	1149	1149	1144	1140	1123	1132
31	ESTABILIDAD - FLUJO (kg/cm)	4974	4926	4957	4480	4440	4300	3830	3830	3813	2850	2808	2830
OBSERVACIONES :													

Fuente: Elaboración Propia

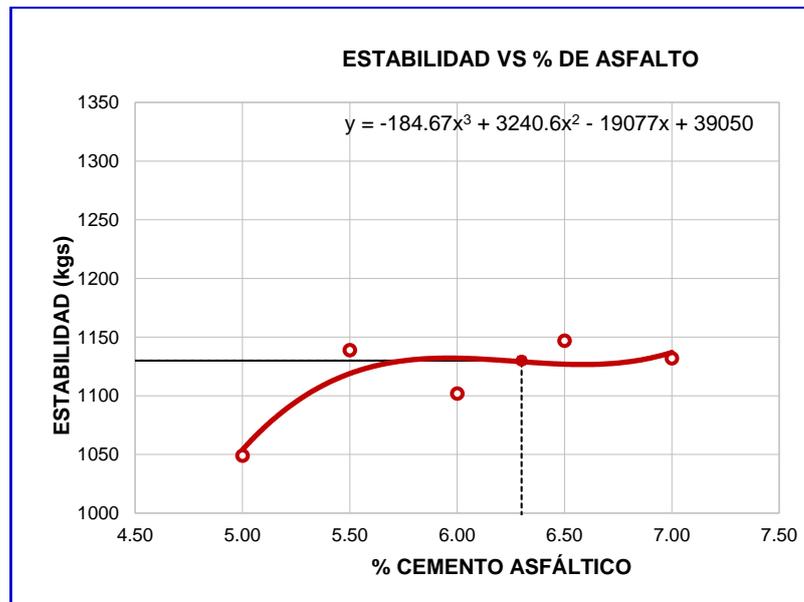
De los resultados a los ensayos de control, podemos representar en los siguientes gráficos para los valores de Peso unitario, densidad, estabilidad, vacíos de aire, vacíos de agregado mineral, flujo y rigidez, como se muestran a continuación:

Figura 34. Gráfico Peso Unitario



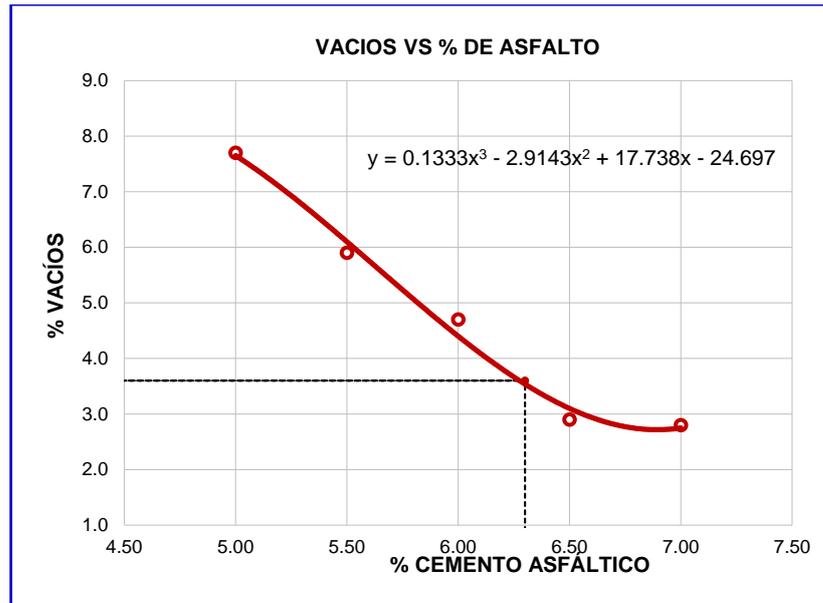
Fuente: Realización Propia.

Figura 35. Gráfico Estabilidad



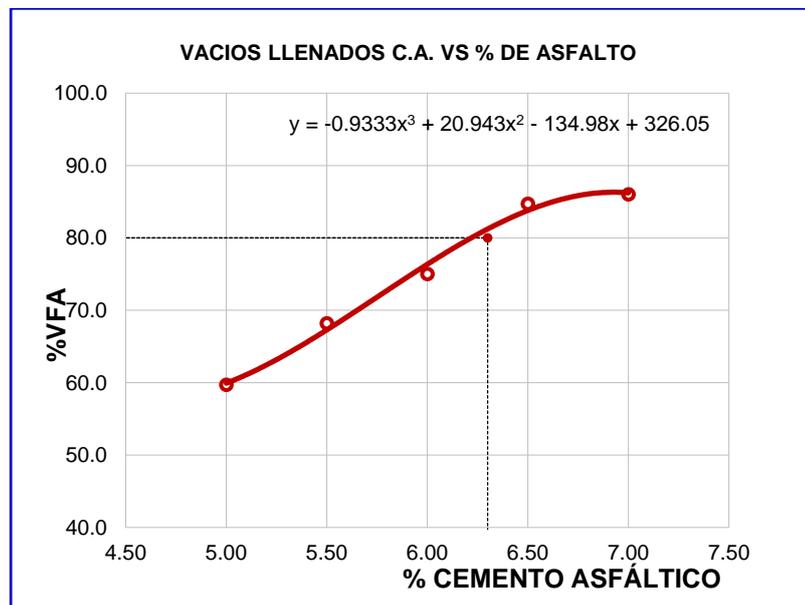
Fuente: Realización Propia.

Figura 36. Gráfico Vacíos de Aire



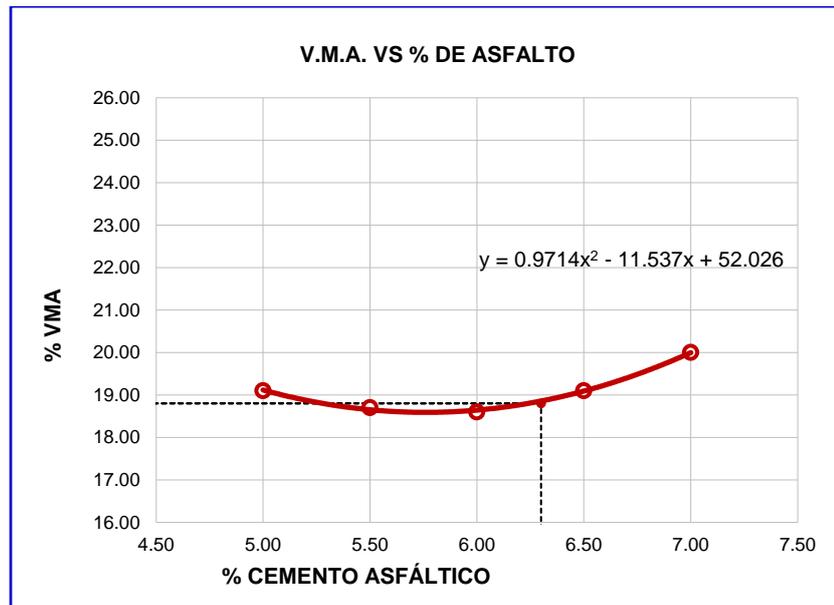
Fuente: Realización Propia

Figura 37. Gráfico Vacíos llenados



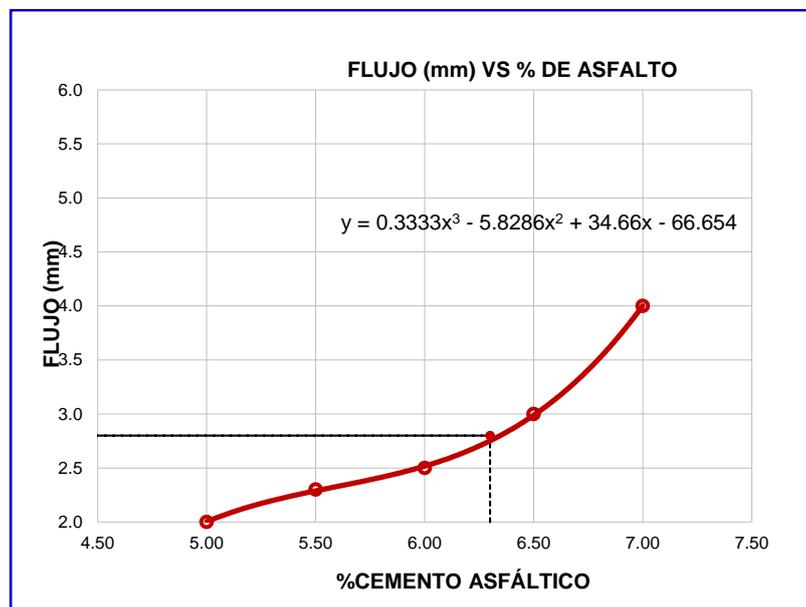
Fuente: Realización Propia

Figura 38. Gráfico Vacíos en agregado mineral



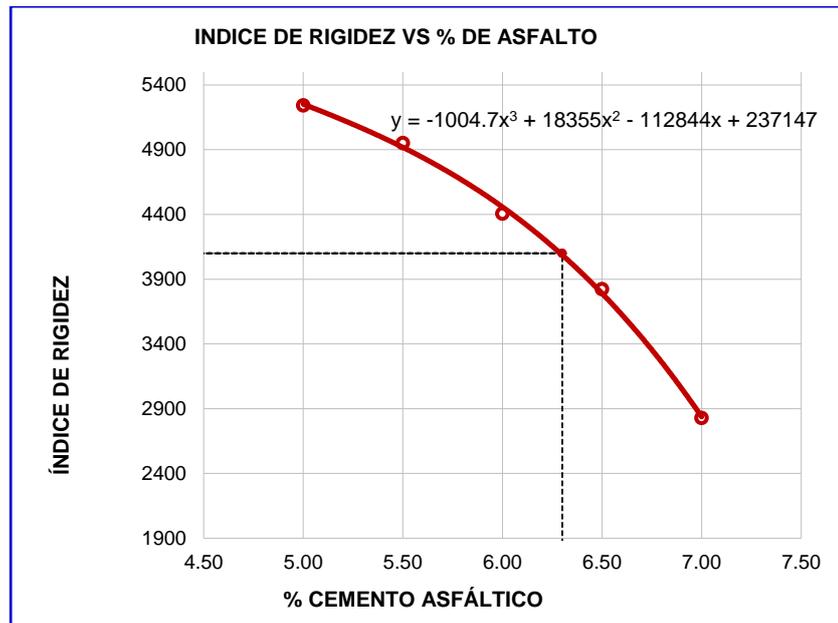
Fuente: Realización Propia

Figura 39. Gráfico Flujo (mm)



Fuente: Realización Propia

Figura 40. Gráfico Rigidez



Fuente: Realización Propia

**Interpretación:** según los resultados del ensayo Marshall para la mezcla asfáltica convencional, buscando el contenido óptimo de cemento asfáltico, utilizando las gráficas de vacíos de aire vs porcentaje de asfalto. Se selecciono 3.6% como contenido de vacíos, por lo tanto, se asume que 6.3% es el porcentaje óptimo de contenido de asfalto, así mismo tomando en cuenta la norma EG-2013 en la sección 423.06 donde se recomienda el tipo de mezcla asfáltica a utilizar en lugares fríos, en este se recomienda que el % de contenido de asfalto sea > 6.00%, y según tabla 423.06 del EG-2013 el contenido del asfalto puede variar +/- 0.2%, por lo que para los ensayos Marshall en la MAC modificada realizados, buscando el contenido óptimo de incorporación de tela quirúrgica reciclada, se trabajara con el **6.50%** de contenido de asfalto, este resultado se tomara en adelante como Optimo contenido de asfalto.

## **Diseño de Mac Modificadas con tela quirúrgica reciclada por el método Marshall.**

La modificación de la Mac convencional mediante la incorporación de tela quirúrgica reciclada en el diseño de Mac convencional, se hizo con la finalidad fundamental de mejorar las características y propiedades de las mac. Este procedimiento se inicia con el análisis de las propiedades físicas de los agregados y la granulometría correspondiente.

### **Selección y extracción de agregado fino y grueso.**

De acuerdo a diversos estudios sobre canteras realizados en la región para la construcción de obras viales, se encuentra que la cantera que presenta mejores resultados y condiciones es la cantera de la planta de asfalto Surupana. Por lo que se ha seleccionado material de dicha cantera para realizar los ensayos respectivos y cumplir con los objetivos. Los ensayos realizados de agregados para mezclas asfálticas son: análisis granulométrico (ASTM C136).



*Figura 41. Fotografía granulometría de piedra chancada*



*Figura 42. Fotografía ensayo de granulometría arena chancada*



*Figura 43. Fotografía ensayo de granulometría agregado fino y cal hidratada*

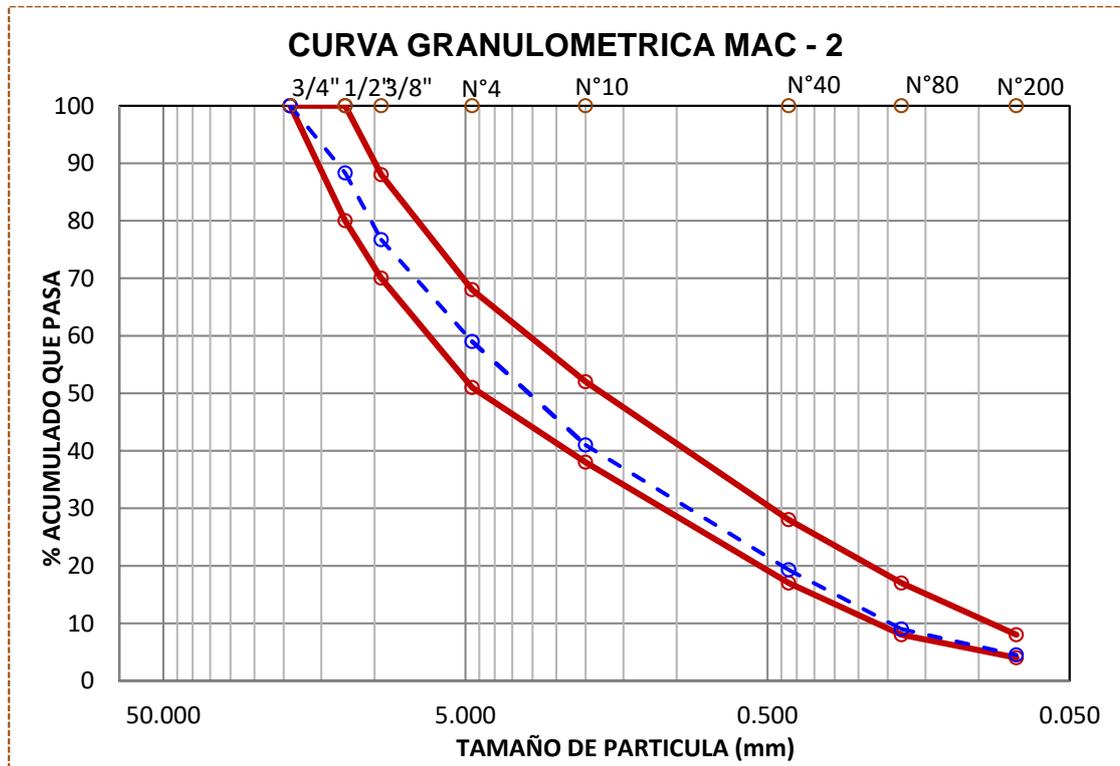
Tabla 15. : Análisis granulométrico de agregados

ABERTUR A MALLA	AASHT O  T- 27(mm)	GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS						ESPECIFICACION ES ASTM D3515	
		AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO		FILLER (CEMENT O)	% COMBINAD O PASA ACUM.	Mín	Máx
		ARENA NATUR AL N°3/8"	ARENA CHANCAD A N° 1/2"	PIEDRA CHANCAD A 3/8"	PIEDRA CHANCAD A 3/4"				
1"	25.00 0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100
3/4"	19.00 0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100
1/2"	12.50 0	100.0	100.0	100.0	66.5	100.0	88.3	80	100
3/8"	9.500	100.0	95.6	100.0	39.0	100.0	76.7	70	88
Nº 4	4.750	90.1	90.1	100.0	0.9	100.0	59.0	51	68
Nº10	2.000	59.7	63.6	100.0	0.3	100.0	41.0	38	52
Nº 40	0.425	31.6	27.2	100.0	0.0	99.9	19.3	17	28
Nº80	0.180	12.1	12.8	100.0	0.0	98.6	9.0	8	17
Nº 200	0.075	4.4	6.1	100.0	0.0	95.2	4.5	4	8

Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente obtenemos los tamaños de los agregados finos y gruesos con el uso de los equipos de laboratorio como son el tamiz, con lo cual se nos permite cumplir con los requisitos a las especificaciones normadas para nuestro diseño MAC – 2. Y proseguir con la estimación de los pesos de cada material a intervenir en nuestra mezcla.

Figura 44. Gráfico curva granulométrica para MAC-2



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16. : Porcentajes de combinación de agregados

PORCENTAJE DE COMBINACIÓN DE AGREGADOS						
AGREGADO FINO ( % )		AGREGADO GRUESO ( % )		FILLER ( % )		TOTAL
ARENA NATURAL N°3/8"	20.00	PIEDRA CHANCADA 3/8"	0.00	FILLER (CAL)	1.00	
ARENA CHANCADA N° 1/2"	44.00	PIEDRA CHANCADA 3/4"	35.00			
<b>Sub Total</b>	<b>64.00</b>	<b>Sub Total</b>	<b>35.00</b>		<b>1.00</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación;** Según el Gráfico N° 01 donde se puede observar la granulometría de los agregados finos y gruesos y según los ensayos practicados se pudo obtener la siguiente dosificación: 64.00% de agregado fino (arena y arena chancada), 35.00% de agregado grueso (piedra chancada) y 1.00% de Filler (Cal).

## Requerimientos para los agregados pétreos

Ya realizado el tamizado de los agregados fino y grueso, estos se encuentran listos para los ensayos de calidad, se muestran los resultados obtenidos en la siguiente tabla a los ensayos a las características.

*Tabla 17. : Resumen de resultados de características de los agregados grueso*

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud (msnm) > 3000	Resultados	Observación
Durabilidad	MTC E-209	15% maximo	6.02%	OK
Abrasión de los ángeles	MTC E-207	35% maximo	23.70%	OK
Adherencia	MTC E-517	+95	100%	OK
Índice de durabilidad	MTC E-214	35% minimo	73.03%	OK
Partículas chatas y alargadas	ASTM-4791	10% maximo	8.78%	OK
Caras fracturadas	MTC E-210	90/70		OK
Sales solubles totales	MTC E-219	0.5% maximo	0.21%	OK
Absorción	MTC E-206	1.0% maximo	0.83%	OK

**Fuente:** Elaboración Propia

**Interpretación;** De los resultados obtenidos en los diferentes ensayos realizados para el control de los agregados gruesos, encontramos que se cumple con todos los requerimientos mínimos según la normatividad vigente Manual de carreteras EG-2013. Para establecer que el agregado fino cumple con los requerimientos mínimos para el Diseño Marshall se muestra la siguiente tabla.

*Tabla 18. : Resumen de resultados de características de los agregados finos.*

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud (msnm) > 3000	Resultados	Observación
Equivalente Arena	MTC E-214	70%	74%	OK
Angularidad de agregado fino	MTC E-222	40%	44.33%	OK
Azul de metileno	AASTHO TP-57	8 maximo	5.00 mg/g	OK
Índice de plasticidad (malla n° 40)	MTC E-111	NP	NP	OK
Durabilidad	MTC E-209	18% maximo	7.80%	OK
Índice de durabilidad	MTC E-214	35% minimo	69.79%	OK
Índice de plasticidad (malla n° 200)	MTC E-211	NP	NP	OK
Sales solubles totales	MTC E-219	0.5% maximo	0.24%	OK
Absorción	MTC E-205	0.5% maximo	0.31%	OK

**Fuente:** Elaboración Propia

**Interpretación;** De los resultados obtenidos en los diferentes ensayos realizados para el control de los agregados finos, encontramos que se cumple con todos los requerimientos mínimos según la normatividad vigente Manual de carreteras EG-2013. Se le incorporo relleno mineral (cal hidratada) a ambos diseños de mezclas asfálticas, con la finalidad de incrementar el porcentaje de finos en nuestra mezcla y le proporciona una mejor gradación a la muestra.

### **Dosificación de agregados.**

Para realizar el diseño de la Mac modificada con tela quirúrgica reciclada se tomará como referencia el manual de carreteras EG-2013. Por ello fue necesario realizar primero la dosificación de los agregados petreos, en la siguiente tabla mostramos los resultados obtenidos.

*Tabla 19. : Dosificación de Agregados para el diseño Marshall.*

Insumos	Porcentaje
Agregado Grueso	35.00%
Agregado fino	64.00%
Filler	1.00%
<b>Total Porcentaje (%)</b>	<b>100.00%</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

**Interpretación;** Los porcentajes indicados en la tabla fueron tomados en cuenta durante la elaboración de los dos tipos de mezclas asfálticas (convencional y modificada) ensayadas en el laboratorio, en una parte inicial buscando el óptimo contenido de cemento asfáltico en la mac, y en una segunda etapa buscando el mejor resultado incorporando tela quirúrgica reciclada, resultando 35% de agregado grueso, 64% de agregado fino y 1% de filler.

### **Dosificación de la MAC modificada con tela quirúrgica**

Las proporciones de agregado que se utilizaron son las mismas que se utilizaron en la MAC convencional, para determinar el contenido de tela quirúrgica reciclada se emplearon un contenido de 0.30%, 0.40%, 0.50% y 1.00% en función del contenido óptimo de cemento asfáltico encontrado en el diseño de MAC convencional.

Tabla 20. Dosificación del M.R. para el % CA optimo

PESO DEL LIGANTE (GR)	78.00 gr.	
% DE M. RECICLADO	W. M.R. (gr)	W. CA. (gr)
0.30%	0.23	77.77
0.40%	0.31	77.69
0.50%	0.39	77.61
1.00%	0.78	77.22

. Fuente: Realización Propia.

**Objetivo Especifico 1:** Determinar cómo influye la incorporación de tela quirúrgica reciclada en las propiedades físicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno – 2022.

**Durabilidad:**

**Ensayo Marshall para determinar la durabilidad en la MAC modificada.**

Para poder encontrar los resultados de las propiedades físicas de la mezcla asfáltica modificada como son la durabilidad de dicha muestra, se encontró previamente el contenido óptimo de cemento asfáltico PEN 120/150, para luego realizar el ensayo Marshall para las distintas dosificaciones (0.30%, 0.40%, 0.50% y 1.00%) de incorporación de tela quirúrgica reciclada en un total de 15 muestras incluyendo la muestra patrón.

Figura 45. Ensayo marshall para encontrar la densidad

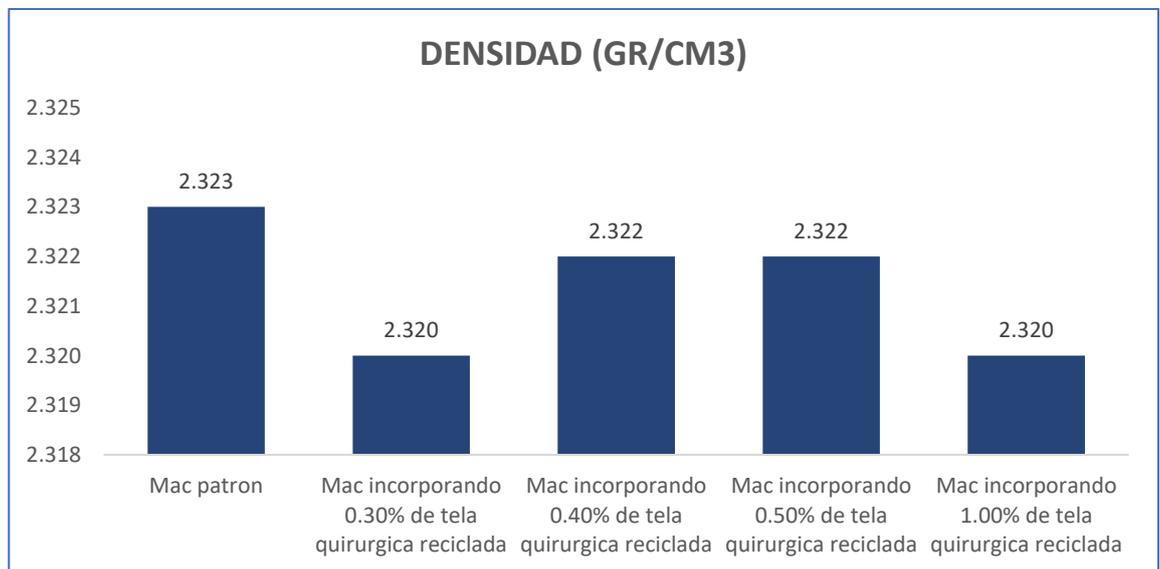


Tabla 21. Resultados de densidad por tipo de MAC modificada.

CARACTERISTICAS DE MUESTRA	% INCORPORADO	DENSIDAD (GR/CM3)	PROMEDIO
Mac patrón	0.00%	2.326	2.323
		2.321	
		2.322	
Mac incorporando 0.30% de tela quirúrgica reciclada	0.30%	2.321	2.320
		2.318	
		2.32	
Mac incorporando 0.40% de tela quirúrgica reciclada	0.40%	2.332	2.322
		2.318	
		2.316	
Mac incorporando 0.50% de tela quirúrgica reciclada	0.50%	2.318	2.322
		2.323	
		2.325	
Mac incorporando 1.00% de tela quirúrgica reciclada	1.00%	2.32	2.320
		2.319	
		2.321	

Fuente: realización propia.

Figura 46. Resultados de la Densidad de la MAC modificada



Fuente: realización propia

**Interpretación:** en el presente gráfico, se representan los resultados obtenidos para cada tipo de mac, estas obtenidas del ensayo marshall, la mac patrón muestra como resultado 2.323 gr/cm<sup>3</sup>, mientras que la mac modificada con 0.30% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 2.320 gr/cm<sup>3</sup>, la mac

modificada con 0.40% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 2.322 gr/cm<sup>3</sup>, la mac modificada con 0.50% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 2.322 gr/cm<sup>3</sup>, y la mac modificada con 1.00% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 2.320 gr/cm<sup>3</sup>, Lo cual significa que los resultados para densidad son similares para todas las muestras.

## Impermeabilidad:

### Ensayo Marshall para determinar la impermeabilidad en la MAC modificada.

Para poder encontrar los resultados de las propiedades físicas de la mezcla asfáltica modificada como son la impermeabilidad de dicha muestra, se encontró previamente el contenido óptimo de cemento asfáltico PEN 120/150, para luego realizar el ensayo Marshall para las distintas dosificaciones (0.30%, 0.40%, 0.50% y 1.00%) de incorporación de tela quirúrgica reciclada en un total de 15 muestras incluyendo la muestra patrón.

*Figura 47. Ensayo marshall para encontrar los vacíos*

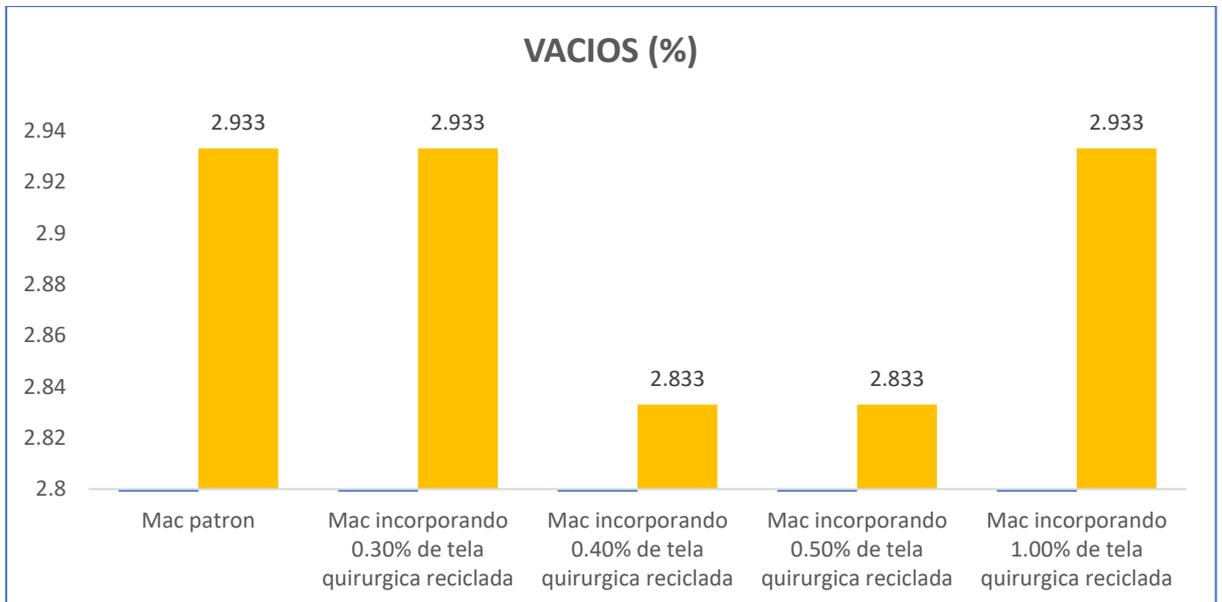


Tabla 22. Resultados de vacíos por tipo de MAC modificada.

CARACTERISTICAS DE MUESTRA	% INCORPORADO	VACIOS (%)	PROMEDIO
Mac patrón	0.00%	2.80	2.933
		3.00	
		3.00	
Mac incorporando 0.30% de tela quirúrgica reciclada	0.30%	2.90	2.933
		3.00	
		2.90	
Mac incorporando 0.40% de tela quirúrgica reciclada	0.40%	2.40	2.833
		3.00	
		3.10	
Mac incorporando 0.50% de tela quirúrgica reciclada	0.50%	3.00	2.833
		2.80	
		2.70	
Mac incorporando 1.00% de tela quirúrgica reciclada	1.00%	2.90	2.933
		3.00	
		2.90	

Fuente: Realización propia.

Figura 48. Resultados de los vacíos de la MAC modificada



Fuente: Realización propia

**Interpretación:** en el presente gráfico, se representan los resultados obtenidos para cada tipo de mac, estas obtenidas del ensayo marshall, la mac patrón muestra como resultado 2.933 %, mientras que la mac modificada con 0.30%

de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 2.933 %, la mac modificada con 0.40% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 2.833 %, la mac modificada con 0.50% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 2.833 %, y la mac modificada con 1.00% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 2.933 %, Lo cual significa que los resultados para vacíos son próximos a 3% que se encuentra dentro los parámetros exigidos en la norma EG-2013, notándose también que todas las muestras tienen resultados similares.

**Objetivo Especifico 2:** Determinar cómo influye la incorporación de tela quirúrgica reciclada en las propiedades mecánicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro – Muñani, Puno – 2022.

## Flujo:

### Ensayo Marshall para determinar el flujo en la MAC modificada.

Para poder encontrar los resultados de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica modificada como son el flujo de dicha muestra, se encontró previamente el contenido óptimo de cemento asfáltico PEN 120/150, para luego realizar el ensayo Marshall para las distintas dosificaciones (0.30%, 0.40%, 0.50% y 1.00%) de incorporación de tela quirúrgica reciclada en un total de 15 muestras incluyendo la muestra patrón.

*Figura 49. Ensayo marshall para encontrar el flujo*

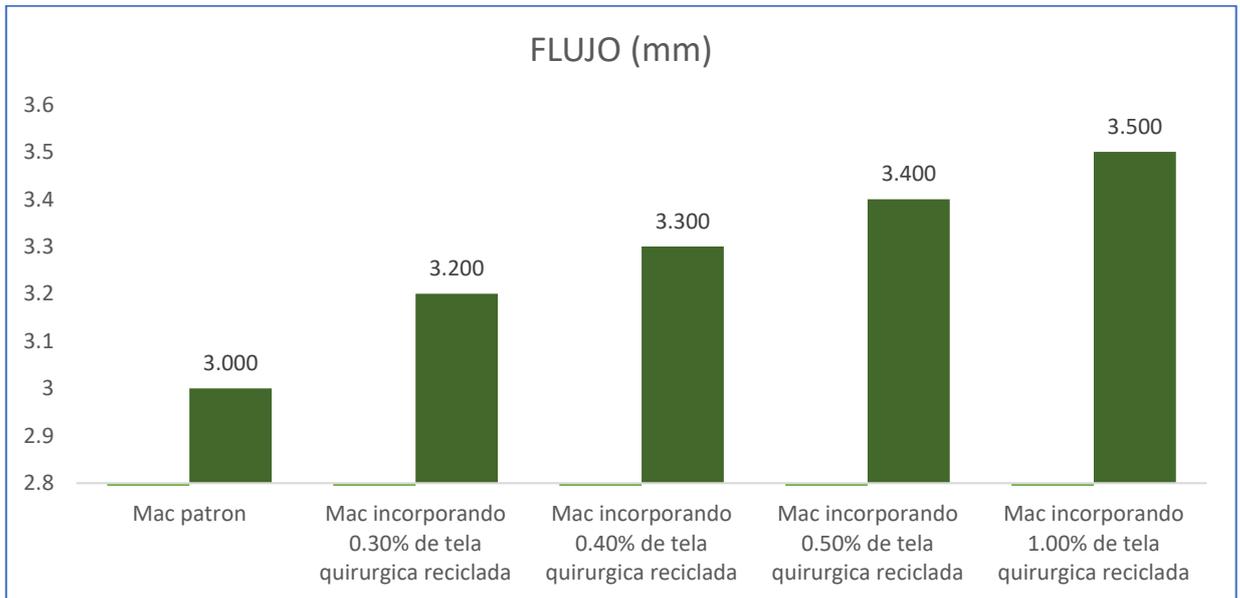


Tabla 23. Resultados de flujo por tipo de MAC modificada.

CARACTERISTICAS DE MUESTRA	% INCORPORADO	FLUJO (MM)	PROMEDIO
Mac patrón	0.00%	3.00	3.000
		3.00	
		3.00	
Mac incorporando 0.30% de tela quirúrgica reciclada	0.30%	3.20	3.200
		3.20	
		3.20	
Mac incorporando 0.40% de tela quirúrgica reciclada	0.40%	3.30	3.300
		3.30	
		3.30	
Mac incorporando 0.50% de tela quirúrgica reciclada	0.50%	3.40	3.400
		3.40	
		3.40	
Mac incorporando 1.00% de tela quirúrgica reciclada	1.00%	3.50	3.500
		3.50	
		3.50	

Fuente: Realización propia

Figura 50. Resultados del flujo de la MAC modificada



Fuente: Realización propia

**Interpretación:** en el presente gráfico, se representan los resultados obtenidos para cada tipo de mac, estas obtenidas del ensayo marshall, la mac patrón muestra como resultado 3.0 mm, mientras que la mac modificada con 0.30% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 3.2 mm, la mac modificada

con 0.40% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 3.3 mm, la mac modificada con 0.50% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 3.4 mm, y la mac modificada con 1.00% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 3.5 mm, Lo cual significa que los resultados para flujo se encuentra dentro los parámetros exigidos en la norma EG-2013, notándose que a medida que se incrementa el porcentaje de incorporación de material reciclado este aumenta en el flujo.

## **Estabilidad:**

### **Ensayo Marshall para determinar la estabilidad en la MAC modificada.**

Para poder encontrar los resultados de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica modificada como son la estabilidad de dicha muestra, se encontró previamente el contenido óptimo de cemento asfáltico PEN 120/150, para luego realizar el ensayo Marshall para las distintas dosificaciones (0.30%, 0.40%, 0.50% y 1.00%) de incorporación de tela quirúrgica reciclada en un total de 15 muestras incluyendo la muestra patrón.

*Figura 51. Ensayo Marshall para la encontrar la estabilidad*

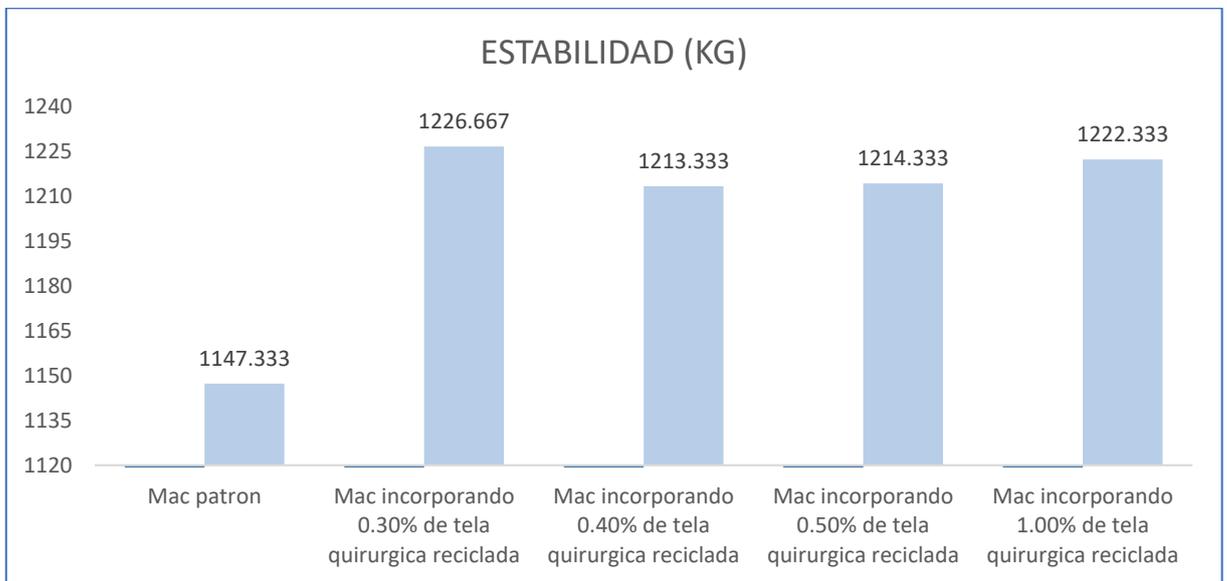


Tabla 24. Resultados de estabilidad por tipo de MAC modificada.

CARACTERISTICAS DE MUESTRA	% INCORPORADO	ESTABILIDAD (KG)	PROMEDIO
Mac patrón	0.00%	1149.00	1147.333
		1149.00	
		1144.00	
Mac incorporando 0.30% de tela quirúrgica reciclada	0.30%	1210.00	1226.667
		1250.00	
		1220.00	
Mac incorporando 0.40% de tela quirúrgica reciclada	0.40%	1200.00	1213.333
		1230.00	
		1210.00	
Mac incorporando 0.50% de tela quirúrgica reciclada	0.50%	1211.00	1214.333
		1222.00	
		1210.00	
Mac incorporando 1.00% de tela quirúrgica reciclada	1.00%	1215.00	1222.333
		1230.00	
		1222.00	

Fuente: Realización propia.

Figura 52. Resultados de la Estabilidad de la MAC modificada



Fuente: Realización propia

**Interpretación:** en el presente gráfico, se representan los resultados obtenidos para cada tipo de mac, estas obtenidas del ensayo marshall, la mac patrón

muestra como resultado 1147.33 kg, mientras que la mac modificada con 0.30% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 1226.67 kg, la mac modificada con 0.40% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 1213.33, la mac modificada con 0.50% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 1214.33, y la mac modificada con 1.00% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 1222.33, Lo cual significa que los resultados para estabilidad se encuentra dentro los parámetros exigidos en la norma EG-2013, notándose que los mejores resultados son para 0.30% y 1.00% de incorporación del material reciclado.

### Índice de Rigidez:

#### **Ensayo Marshall para determinar el índice de rigidez en la MAC modificada.**

Para poder encontrar los resultados de las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica modificada como son el índice de rigidez de dicha muestra, se encontró previamente el contenido óptimo de cemento asfáltico PEN 120/150, para luego realizar el ensayo Marshall para las distintas dosificaciones (0.30%, 0.40%, 0.50% y 1.00%) de incorporación de tela quirúrgica reciclada en un total de 15 muestras incluyendo la muestra patrón.

*Figura 53. Ensayo Marshall para la encontrar el índice de rigidez.*

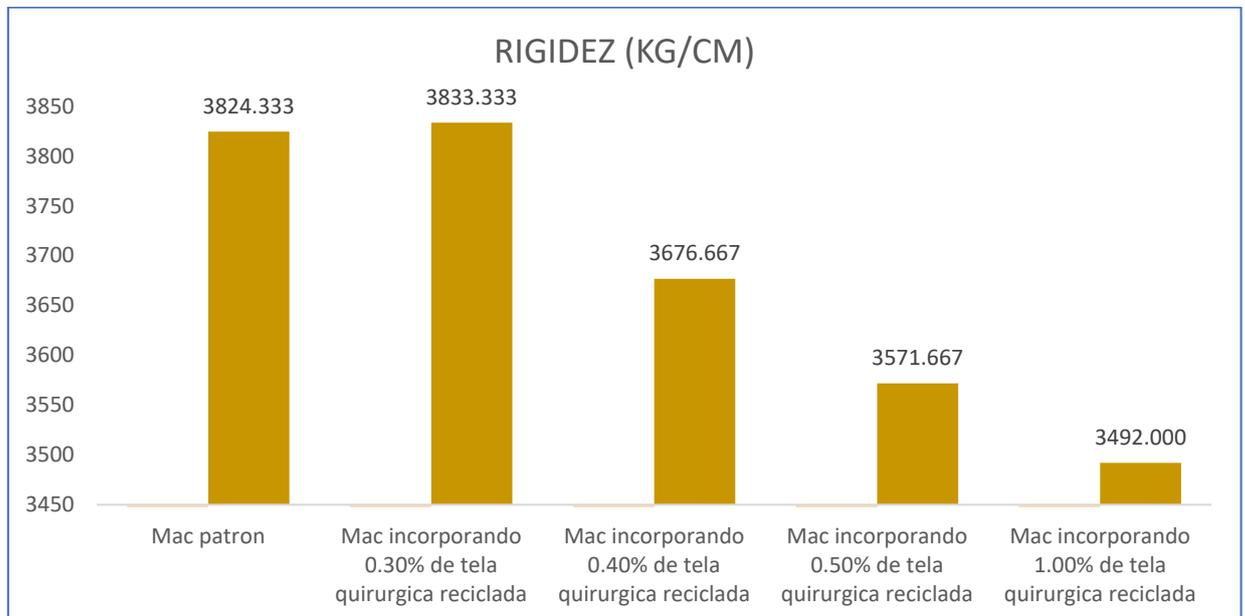


Tabla 25. Resultados de índice de rigidez por tipo de MAC modificada.

CARACTERISTICAS DE MUESTRA	% INCORPORADO	RIGIDEZ (KG/CM)	PROMEDIO
Mac patrón	0.00%	3830.00	3824.333
		3830.00	
		3813.00	
Mac incorporando 0.30% de tela quirúrgica reciclada	0.30%	3781.00	3833.333
		3906.00	
		3813.00	
Mac incorporando 0.40% de tela quirúrgica reciclada	0.40%	3636.00	3676.667
		3727.00	
		3667.00	
Mac incorporando 0.50% de tela quirúrgica reciclada	0.50%	3562.00	3571.667
		3594.00	
		3559.00	
Mac incorporando 1.00% de tela quirúrgica reciclada	1.00%	3471.00	3492.000
		3514.00	
		3491.00	

Fuente: Realización propia.

Figura 54. Resultados del índice de rigidez de la MAC modificada



Fuente: Realización propia

**Interpretación:** en el presente gráfico, se representan los resultados obtenidos para cada tipo de mac, estas obtenidas del ensayo marshall, la mac patrón muestra como resultado 3824.33 kg/cm, mientras que la mac modificada con 0.30% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 3833.33 kg/cm, la mac modificada con 0.40% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 3676.67 kg/cm, la mac modificada con 0.50% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 3571.67 kg/cm, y la mac modificada con 1.00% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 3492.00 kg/cm, Lo cual significa que los resultados para el índice de rigidez se encuentra dentro los parámetros exigidos en la norma EG-2013, notándose que los mejores resultados son para 0.50% y 1.00% de incorporación del material reciclado.

## **Resistencia a la Compresión - Inmersión:**

### **Ensayo de inmersión – compresión (MTC E-518)**

Se realizó el ensayo de compresión inmersión MTC E 518, para determinar el efecto del agua aplicado en las muestras, en la resistencia a la compresión de mezclas asfálticas compactadas. El ensayo realizado de Inmersión-compresión de la mezcla asfáltica se realizó después del ensayo Marshall, ya que para desarrollar este debe tener el óptimo contenido del asfalto. En este ensayo se realizaron 06 briquetas de asfalto convencional divididas en 2 grupos de 3 muestras cada uno, el primer grupo fue ensayado sumergido en agua a 25°C y el segundo grupo fue ensayado habiendo sido sumergido a 60°C. Obteniendo el promedio para cada grupo. Este ensayo se aplicó en 06 muestras conteniendo el 6.50 % de cemento asfáltico, ya que se encontró que este es el que mejor comportamiento tiene, también se aplicó a 06 muestras de MAC conteniendo el 0.5 % de tela quirúrgica reciclada.

Figura 55. Baño maría y ensayo de resistencia a la compresión.

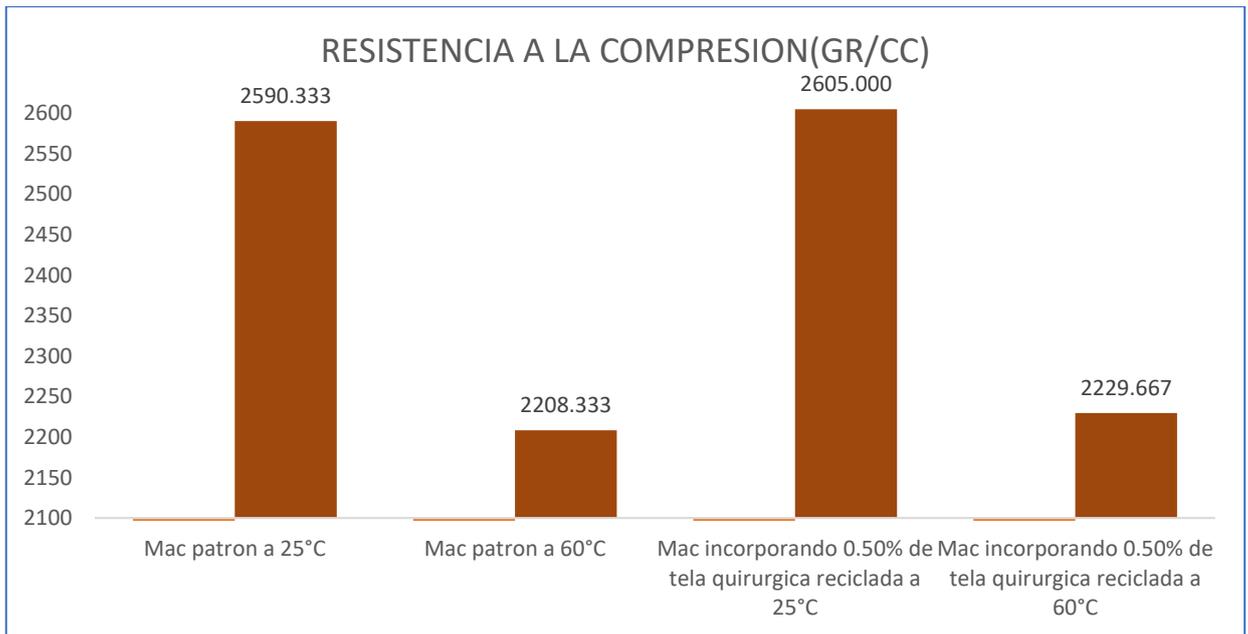


Tabla 26. Resultados de Compresión - Inmersión por tipo de MAC

CARACTERISTICAS DE MUESTRA	% INCORPORADO	RESISTENCIA A LA COMPRESION (GR/CC)	PROMEDIO	RESISTENCIA RETENIDA (%)
Mac patrón a 25°C	0.00%	2590.00	2590.333	85.30%
		2593.00		
		2588.00		
Mac patrón a 60°C	0.00%	2207.00	2208.333	
		2212.00		
		2206.00		
Mac incorporando 0.50% de tela quirúrgica reciclada a 25°C	0.50%	2610.00	2605.000	
		2607.00		
		2598.00		
Mac incorporando 0.50% de tela quirúrgica reciclada a 60°C	0.50%	2230.00	2229.667	
		2225.00		
		2234.00		

Fuente: Realización propia

Figura 56. Resultados de Inmersión - Compresión para tipos de MAC



Fuente: Realización propia

**Interpretación:** en el presente gráfico, se representan los resultados obtenidos para cada tipo de mac, estas obtenidas del ensayo de inmersión – compresión (MTC E-518), la mac patrón a 25°C muestra como resultado 2590.33 gr/cc, mientras que la mac patrón a 60°C muestra como resultado 2208.33 gr/cc, y la mac modificada con 0.50% de tela quirúrgica reciclada a 25°C muestra el resultado de 2605 gr/cc, la mac modificada con 0.50% de tela quirúrgica reciclada a 60°C muestra el resultado de 2229.67 gr/cc, Lo cual significa que los resultados para la resistencia a la compresión se encuentra dentro los parámetros exigidos en la norma EG-2013, notándose que los mejores resultados son para 0.50% de incorporación del material reciclado.

**Objetivo Especifico 3:** Determinar si la incorporación de tela quirúrgica reciclada incrementa la vida útil de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno - 2022.

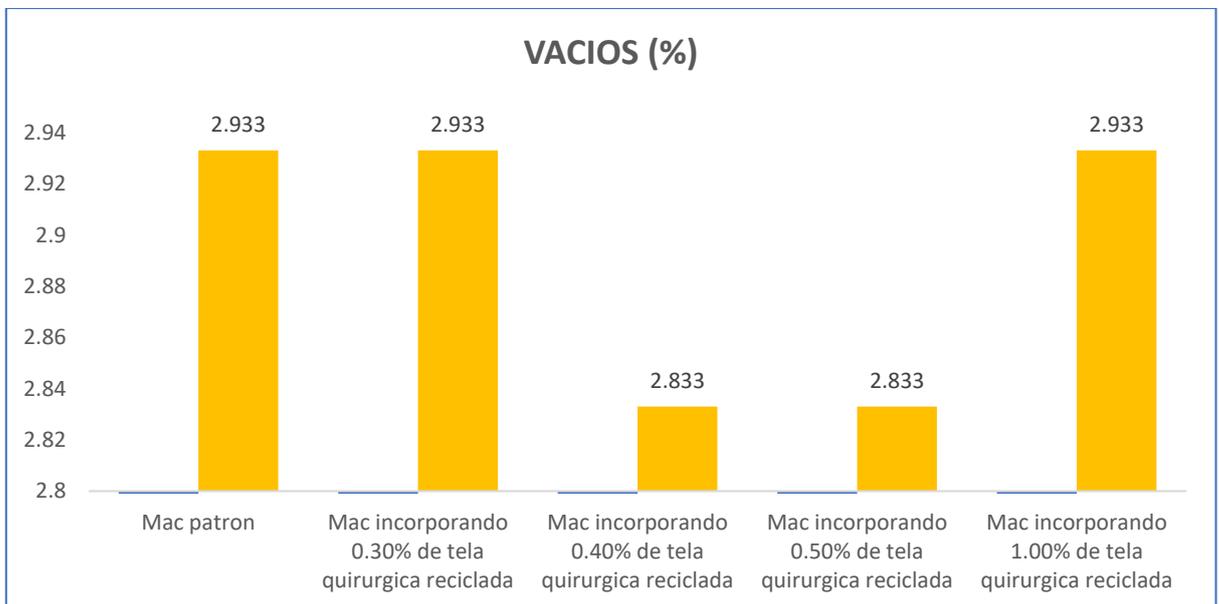


Tabla 27. Resultados de vacíos por tipo de MAC modificada.

CARACTERISTICAS DE MUESTRA	% INCORPORADO	VACIOS (%)	PROMEDIO
Mac patrón	0.00%	2.80	2.933
		3.00	
		3.00	
Mac incorporando 0.30% de tela quirúrgica reciclada	0.30%	2.90	2.933
		3.00	
		2.90	
Mac incorporando 0.40% de tela quirúrgica reciclada	0.40%	2.40	2.833
		3.00	
		3.10	
Mac incorporando 0.50% de tela quirúrgica reciclada	0.50%	3.00	2.833
		2.80	
		2.70	
Mac incorporando 1.00% de tela quirúrgica reciclada	1.00%	2.90	2.933
		3.00	
		2.90	

Fuente: Realización propia

Figura 58. Resultados de los vacíos de la MAC modificada



Fuente: Realización propia

**Interpretación:** en el presente gráfico, se representan los resultados obtenidos para cada tipo de mac, estas obtenidas del ensayo marshall, la mac patrón muestra como resultado 2.933 %, mientras que la mac

modificada con 0.30% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 2.933 %, la mac modificada con 0.40% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 2.833 %, la mac modificada con 0.50% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 2.833 %, y la mac modificada con 1.00% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 2.933 %, Lo cual significa que los resultados para vacíos son próximos a 3% que se encuentra dentro los parámetros exigidos en la norma EG-2013, notándose también que todas las muestras tienen resultados similares.

### Densidad:

Para poder encontrar los resultados de los parámetros que determinan el periodo de vida útil de una mezcla asfáltica se realiza el ensayo Marshall para las distintas dosificaciones de incorporación de tela quirúrgica reciclada.

*Figura 59. Preparado de muestras y compactado para ensayo marshall*

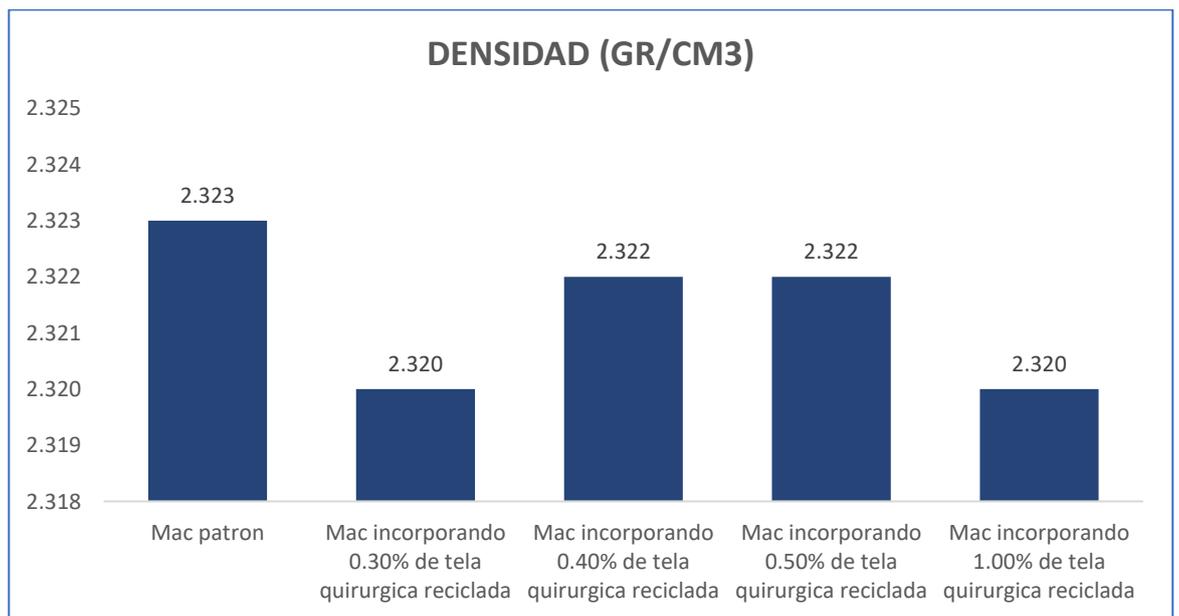


Tabla 28. Resultados de densidad por tipo de MAC modificada.

CARACTERISTICAS DE MUESTRA	% INCORPORADO	DENSIDAD (GR/CM3)	PROMEDIO
Mac patrón	0.00%	2.326	2.323
		2.321	
		2.322	
Mac incorporando 0.30% de tela quirúrgica reciclada	0.30%	2.321	2.320
		2.318	
		2.32	
Mac incorporando 0.40% de tela quirúrgica reciclada	0.40%	2.332	2.322
		2.318	
		2.316	
Mac incorporando 0.50% de tela quirúrgica reciclada	0.50%	2.318	2.322
		2.323	
		2.325	
Mac incorporando 1.00% de tela quirúrgica reciclada	1.00%	2.32	2.320
		2.319	
		2.321	

Fuente: realización propia

Figura 60. Resultados de la Densidad de la MAC modificada



Fuente: realización propia.

**Interpretación:** en el presente gráfico, se representan los resultados obtenidos para cada tipo de mac, estas obtenidas del ensayo marshall, la mac patrón muestra como resultado 2.323 gr/cm<sup>3</sup>, mientras que la mac modificada con 0.30% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 2.320 gr/cm<sup>3</sup>, la mac modificada con 0.40% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 2.322

gr/cm<sup>3</sup>, la mac modificada con 0.50% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 2.322 gr/cm<sup>3</sup>, y la mac modificada con 1.00% de tela quirúrgica reciclada muestra el resultado de 2.320 gr/cm<sup>3</sup>, Lo cual significa que los resultados para densidad son similares por lo tanto todas las muestras tendrán un buen periodo de vida útil.

## **V. DISCUSIÓN**

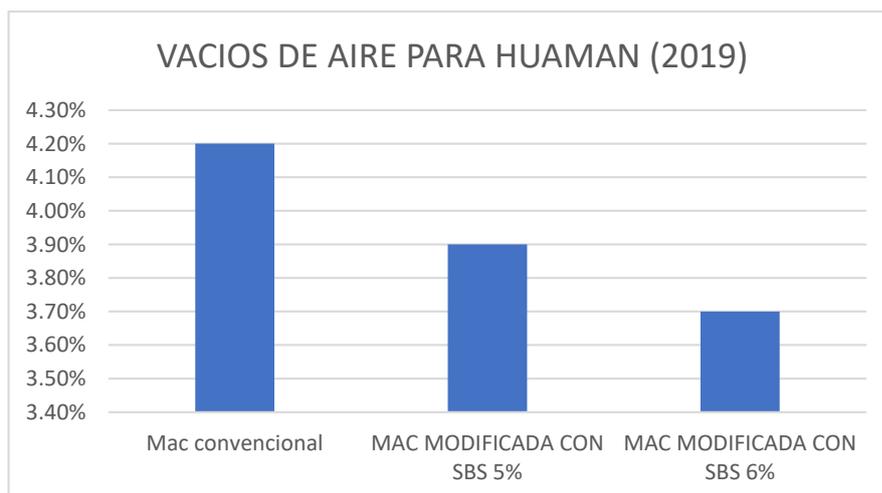
En este acápite mostramos algunos de los más resaltantes antecedentes obtenidos en nuestra investigación y los resultados obtenidos por las investigaciones de nuestras referencias tomadas:

**Objetivo específico 1:** Determinar cómo influye la incorporación de tela quirúrgica reciclada en las propiedades físicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno – 2022.

### **Impermeabilidad;**

Según Huaman (2019) en su tesis “Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificada con el uso de polímero SBS...” obtiene como resultado del porcentaje de vacíos de aire en su muestra convencional de 4.2%, para su muestra modificada con SBS 5% muestra un resultado de 3.9% y para su muestra modificada con SBS 6% muestra un resultado de 3.7% que se encuentra en el margen permitido según la norma EG-2013.

*Figura 61. Resultados de vacíos de aire para Huamán (2019)*

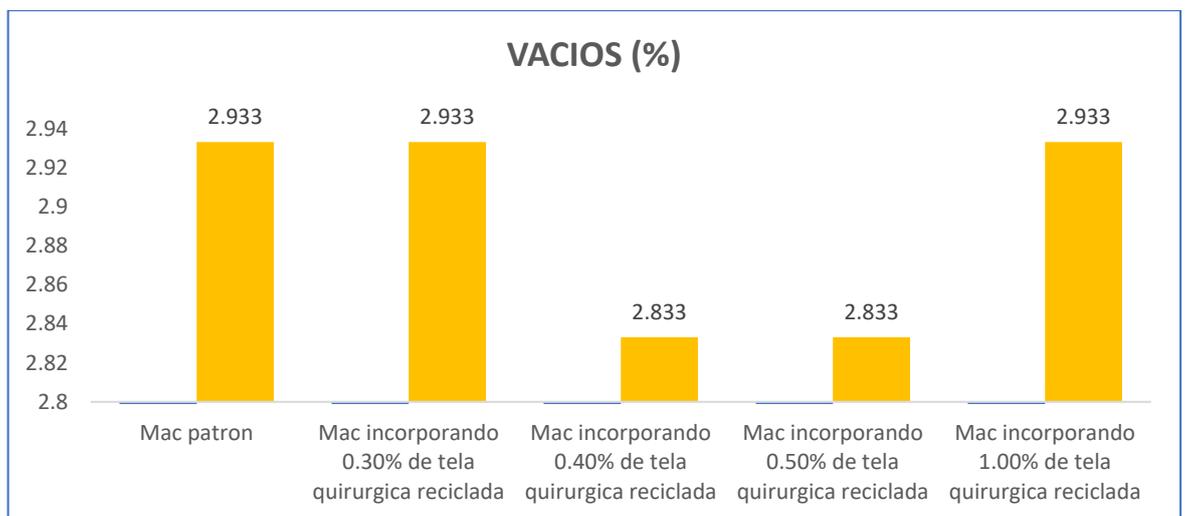


Fuente: Huamán (2019)

En nuestra investigación, Cabe mencionar que la preparación de las mac tiene como únicos insumos los agregados, cemento asfáltico PEN 120/150 y cal en la mezcla asfáltica convencional y se agregó a esta

combinación la tela quirúrgica reciclada para la mac modificada, se tiene como resultado del porcentaje de vacíos de aire en la muestra patrón de 2.93 %, para Mac incorporando 0.30% de tela quirúrgica reciclada de 2.93 %, para Mac incorporando 0.40% de tela quirúrgica reciclada de 2.83 %, para Mac incorporando 0.50% de tela quirúrgica reciclada de 2.83 %, para Mac incorporando 1.00 % de tela quirúrgica reciclada de 2.93 %.

Figura 62. Gráfico de resultados propios de vacíos



Fuente: Realización propia

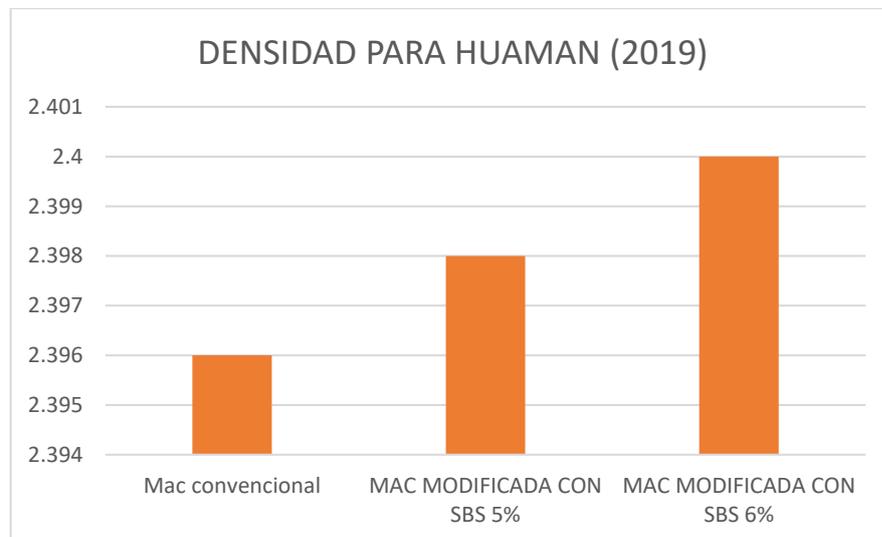
El contenido de vacíos en una mezcla asfáltica según la EG-2013 debe estar entre 3% y 5%, a menor porcentaje de vacíos nuestra muestra presenta menos permeabilidad, lo que influye positivamente en las propiedades físicas de la mac. Huaman (2019) en su investigación encuentra como resultado del porcentaje de vacíos de aire en su muestra convencional de 4.2%, para su muestra modificada con SBS 5% muestra un resultado de 3.9% y para su muestra modificada con SBS 6% muestra un resultado de 3.7% que se encuentra en el margen permitido según la norma EG-2013. En nuestra investigación se tiene como resultado del porcentaje de vacíos de aire en la muestra patrón de 2.93 %, para Mac incorporando 0.30% de tela quirúrgica reciclada de 2.93 %, para Mac incorporando 0.40% de tela quirúrgica reciclada de 2.83 %, para Mac

incorporando 0.50% de tela quirúrgica reciclada de 2.83 %, para Mac incorporando 1.00 % de tela quirúrgica reciclada de 2.93 %. Si bien es cierto el resultado de las dos investigaciones cumplen con las especificaciones establecidas, por lo tanto, existe SIMILITUD en los resultados obtenidos.

### **Durabilidad:**

Según Huaman (2019) en su tesis “Comportamiento de las propiedades de la mezcla asfáltica modificado con el uso de polímero SBS...” De la misma manera obtiene como resultado de densidad en su muestra convencional de 2.396 gr/cm<sup>3</sup>, para su muestra modificada con SBS 5% muestra un resultado de 2.398 gr/cm<sup>3</sup> y para su muestra modificada con SBS 6% muestra un resultado de 2.4 gr/cm<sup>3</sup> que también se encuentra en el margen permitido según la norma EG-2013.

*Figura 63. Resultados de la Densidad para Huamán (2019)*

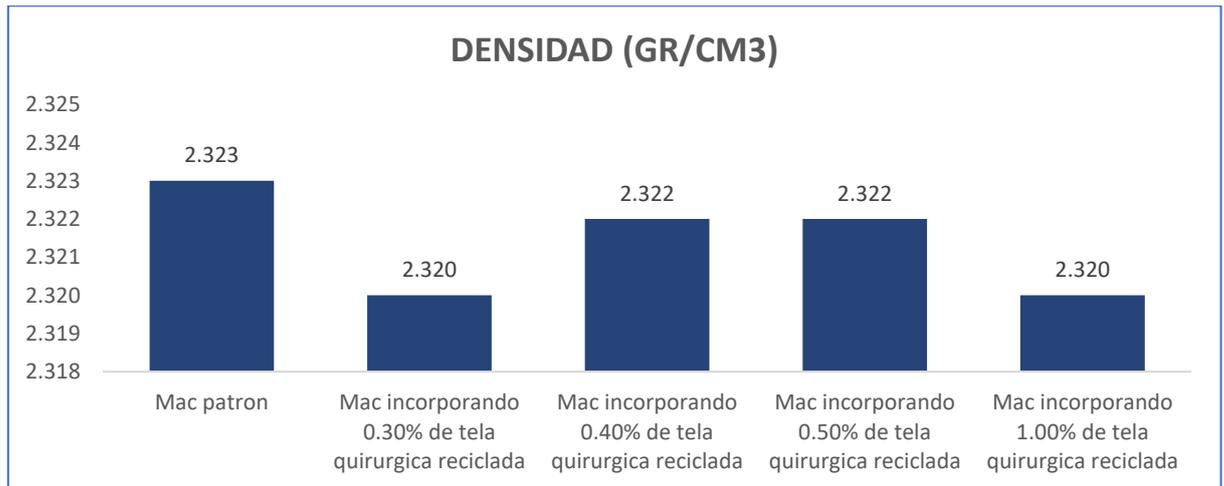


Fuente: Huamán (2019)

En nuestra investigación obtuvimos como resultado de densidad en nuestra muestra patrón de 2.323 gr/cm<sup>3</sup>, para Mac incorporando 0.30%

de tela quirúrgica reciclada de 2.320 gr/cm<sup>3</sup>, para Mac incorporando 0.40% de tela quirúrgica reciclada de 2.322 gr/cm<sup>3</sup> para Mac incorporando 0.50% de tela quirúrgica reciclada de 2.322 gr/cm<sup>3</sup>, para Mac incorporando 1.00 % de tela quirúrgica reciclada de 2.320 gr/cm<sup>3</sup>. Cabe resaltar que no se utilizó aditivos, ya que en la zona de estudio es habitual incorporar aditivos.

*Figura 64. Gráfico de resultados propios de densidad*



Fuente: Realización propia

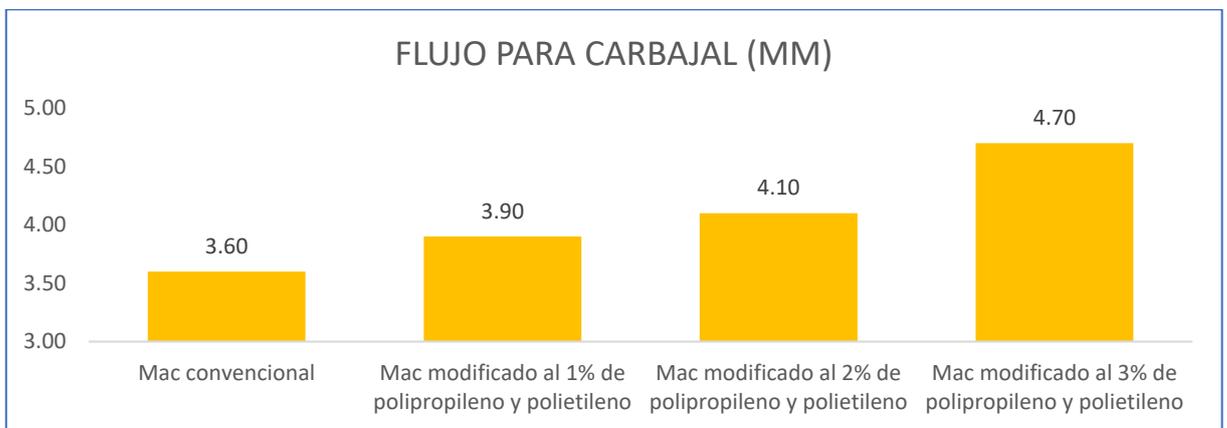
Según Huaman (2019) en su tesis obtiene como resultado de densidad en su muestra convencional de 2.396 gr/cm<sup>3</sup>, para su muestra modificada con SBS 5% muestra un resultado de 2.398 gr/cm<sup>3</sup> y para su muestra modificada con SBS 6% muestra un resultado de 2.4 gr/cm<sup>3</sup>. En nuestra investigación obtuvimos como resultado de densidad en nuestra muestra patrón de 2.323 gr/cm<sup>3</sup>, para Mac incorporando 0.30% de tela quirúrgica reciclada de 2.320 gr/cm<sup>3</sup>, para Mac incorporando 0.40% de tela quirúrgica reciclada de 2.322 gr/cm<sup>3</sup> para Mac incorporando 0.50% de tela quirúrgica reciclada de 2.322 gr/cm<sup>3</sup>, para Mac incorporando 1.00 % de tela quirúrgica reciclada de 2.320 gr/cm<sup>3</sup>. Si bien es cierto el resultado de las dos investigaciones cumplen con las especificaciones establecidas, por lo tanto, existe SIMILITUD en los resultados obtenidos.

**Objetivo específico 2:** Determinar cómo influye la incorporación de tela quirúrgica reciclada en las propiedades mecánicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno – 2022.

**Flujo:**

Carbajal (2020) en su investigación “Mejoramiento de pavimentos flexibles reutilizando polipropileno y polietileno...” obtuvo como resultados para flujo en la Mezcla asfáltica convencional de 3.60 mm, mezcla asfáltica modificada con 1 % de 3.90 mm, mezcla asfáltica modificada con 2 % de 4.10 mm y mezcla asfáltica modificada con 3 % de 4.70 mm. Estos resultados demuestran que al incorporar 2% y 3% de polipropileno y polietileno no se cumple con los parámetros permitidos según la norma EG-2013, demostrando que solamente al incorporar el 1% cumple con el parámetro definido.

*Figura 65. Gráfico de resultado de flujo para Carbajal (2020)*

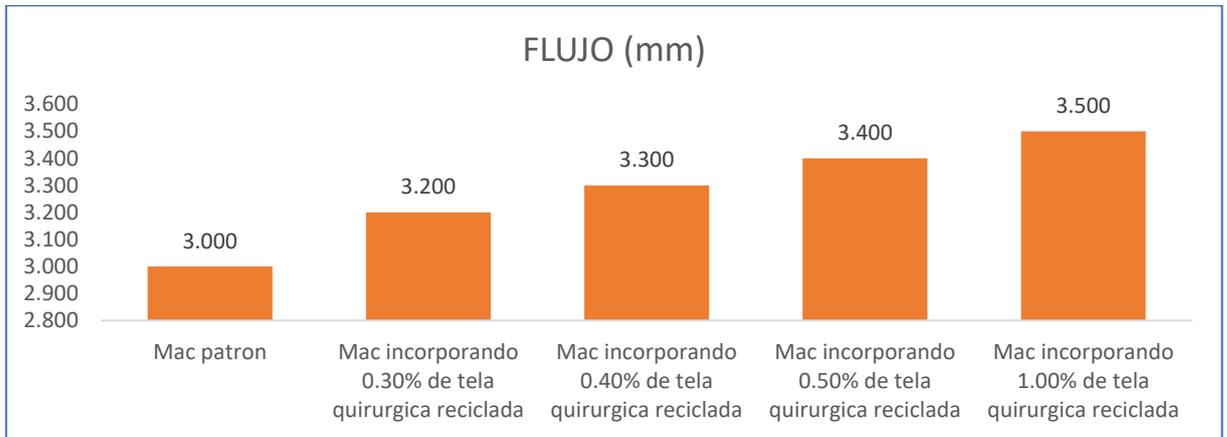


Fuente: Carbajal (2020)

En nuestra investigación obtuvimos resultados para flujo favorables al incorporar tela quirúrgica reciclada, en nuestra mezcla patrón se obtuvo 3.00 mm, en la mezcla modificada con 0.3% de tela quirúrgica reciclada se tiene 3.2 mm, en la mezcla modificada con 0.4% de tela quirúrgica reciclada se tiene 3.3 mm sin embargo, en la mezcla modificada con 0.5% de tela quirúrgica reciclada se tiene 3.4 mm y en la mezcla modificada con 1.0% de tela quirúrgica reciclada

se tiene 3.5 mm. Todos estos resultados se encuentran dentro los parámetros establecidos en la norma EG-2013.

Figura 66. Gráfico de resultados propios de flujo



Fuente: Realización propia

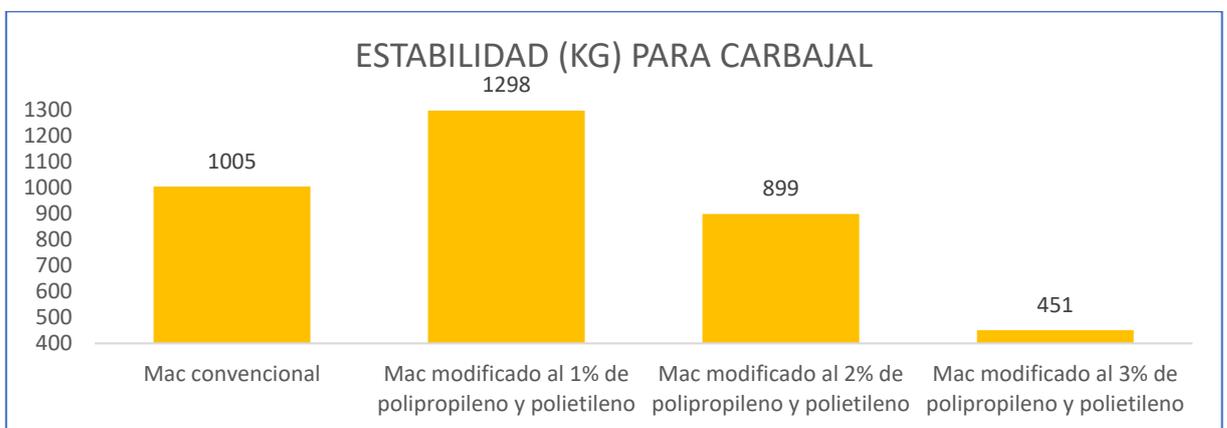
En su investigación Carbajal (2020) encuentra como resultados en Mezcla asfáltica convencional de 3.60 mm, mezcla asfáltica modificada con 1 % de 3.90 mm, mezcla asfáltica modificada con 2 % de 4.10 mm y mezcla asfáltica modificada con 3 % de 4.70 mm, y en nuestra investigación encontramos resultados de nuestra mezcla patrón se obtuvo 3.00 mm, en la mezcla modificada con 0.3% de tela quirúrgica reciclada se tiene 3.2 mm, en la mezcla modificada con 0.4% de tela quirúrgica reciclada se tiene 3.3 mm sin embargo, en la mezcla modificada con 0.5% de tela quirúrgica reciclada se tiene 3.4 mm y en la mezcla modificada con 1.0% de tela quirúrgica reciclada se tiene 3.5 mm, los resultados de la investigación tienden a subir con relación a el porcentaje de material reciclado incorporado, entonces existe SIMILITUD con nuestros resultados que también tienen un comportamiento ascendente.

Observando que su mejor resultado para Carbajal (2020) es incorporando 1% de polipropileno y polietileno (3.9mm) y para nuestra investigación todos los resultados se encuentran dentro los parámetros exigidos.

## Estabilidad:

Carbajal (2020) en su investigación “Mejoramiento de pavimentos flexibles reutilizando polipropileno y polietileno...” obtuvo como resultados para estabilidad en la Mezcla asfáltica convencional de 1005 kg, mezcla asfáltica modificada con 1 % de 1298 kg, mezcla asfáltica modificada con 2 % de 899 kg y mezcla asfáltica modificada con 3 % de 451 kg. Estos resultados demuestran que al incorporar 3% de polipropileno y polietileno no se cumple con los parámetros permitidos según la norma EG-2013, demostrando que solamente al incorporar el 1% y 2% cumple con el parámetro definido.

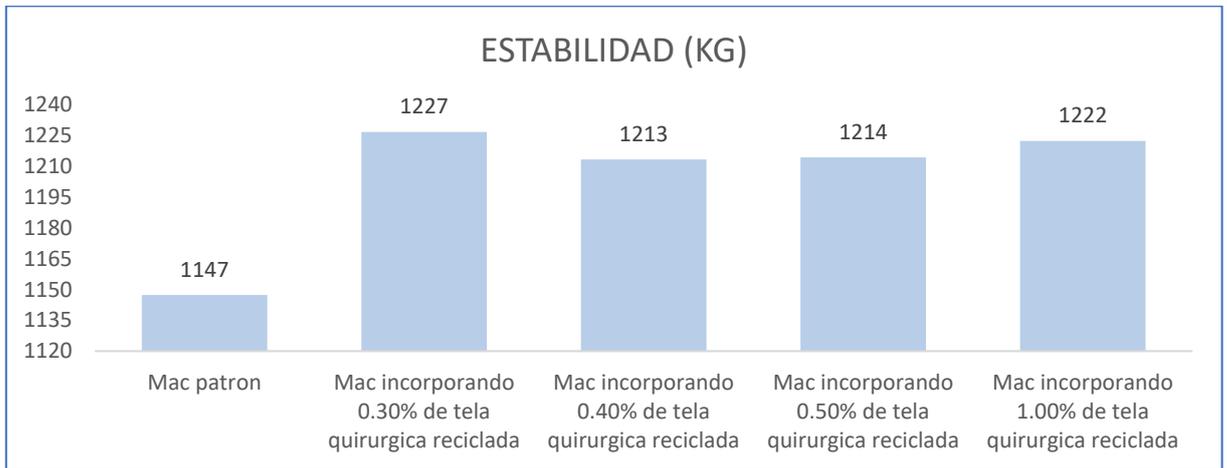
Figura 67. Gráfico de resultado de estabilidad para Carbajal (2020)



Fuente: Carbajal (2020)

En nuestra investigación obtuvimos resultados para estabilidad favorables al incorporar tela quirúrgica reciclada, en nuestra mezcla patrón se obtuvo 1147 kg, en la mezcla modificada con 0.3% de tela quirúrgica reciclada se tiene 1227 kg, en la mezcla modificada con 0.4% de tela quirúrgica reciclada se tiene 1213 kg, en la mezcla modificada con 0.5% de tela quirúrgica reciclada se tiene 1214 kg y en la mezcla modificada con 1.0% de tela quirúrgica reciclada se tiene 1222 kg. Todos estos resultados se encuentran dentro los parámetros establecidos en la norma EG-2013.

Figura 68. Gráfico de resultados propios de Estabilidad



Fuente: Realización propia

En su investigación Carbajal (2020) encuentra como resultados en Mezcla asfáltica convencional de 1005 kg, mezcla asfáltica modificada con 1 % de 1298 kg, mezcla asfáltica modificada con 2 % de 899 kg y mezcla asfáltica modificada con 3 % de 451 kg, y en nuestra investigación encontramos resultados de nuestra mezcla patrón se obtuvo 1147 kg, en la mezcla modificada con 0.3% de tela quirúrgica reciclada se tiene 1227 kg, en la mezcla modificada con 0.4% de tela quirúrgica reciclada se tiene 1213 kg, en la mezcla modificada con 0.5% de tela quirúrgica reciclada se tiene 1214 kg y en la mezcla modificada con 1.0% de tela quirúrgica reciclada se tiene 1222 kg. Los resultados para estabilidad en las dos investigaciones DIFIEREN ya que en nuestra investigación todos los resultados se encuentran dentro los parámetros establecidos.

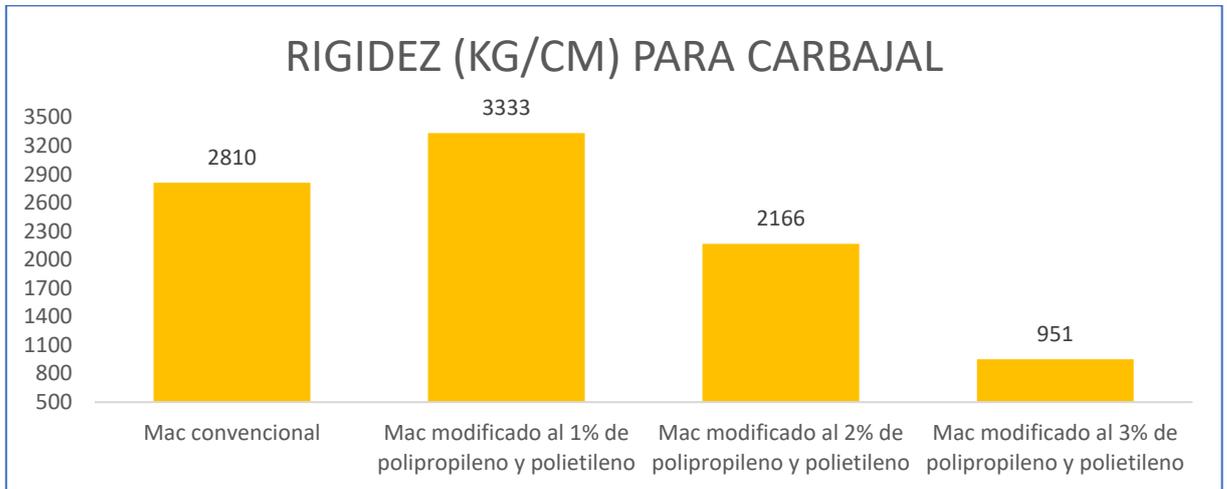
Observando que sus mejores resultados para Carbajal (2020) es incorporando 1% y 2% de polipropileno y polietileno y para nuestra investigación todos los resultados se encuentran dentro los parámetros exigidos.

### **Rigidez:**

Carbajal (2020) en su investigación “Mejoramiento de pavimentos flexibles reutilizando polipropileno y polietileno...” obtuvo como resultados para rigidez en la mezcla asfáltica convencional de 2810 kg/cm, mezcla asfáltica modificada con 1 % de 3333 kg/cm, mezcla asfáltica modificada con 2 % de 2166 kg/cm y mezcla asfáltica modificada con 3 % de 951 kg/cm. Estos resultados demuestran que al incorporar 3% de polipropileno y polietileno no se cumple

con los parámetros permitidos según la norma EG-2013, demostrando que solamente al incorporar el 1% y 2% cumple con el parámetro definido.

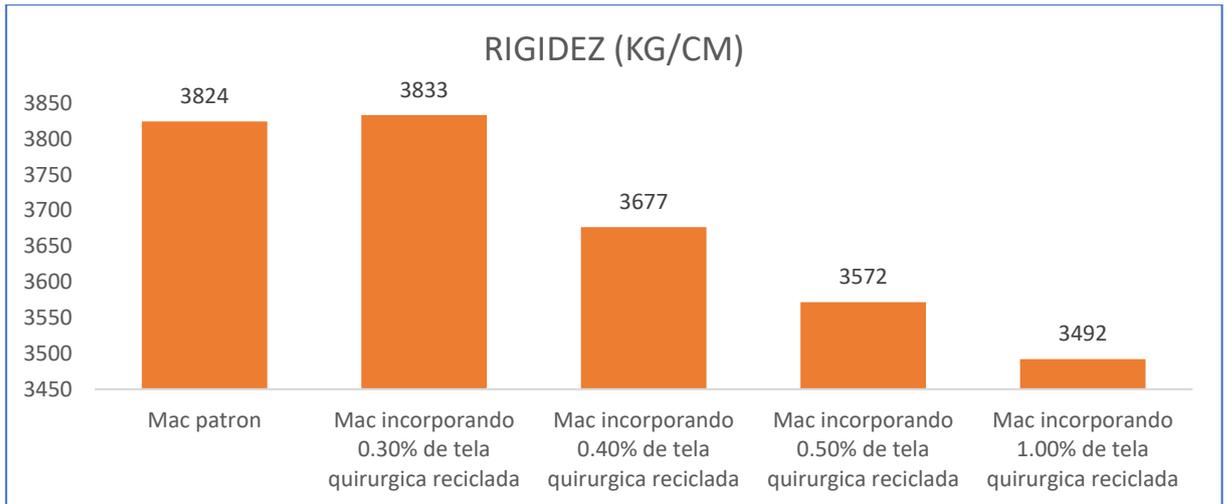
Figura 69. Gráfico de resultado de rigidez para Carbajal (2020)



Fuente: Carbajal (2020)

En nuestra investigación obtuvimos resultados para estabilidad favorables al incorporar tela quirúrgica reciclada, en nuestra mezcla patrón se obtuvo 3824 kg/cm, en la mezcla modificada con 0.3% de tela quirúrgica reciclada se tiene 3833 kg/cm, en la mezcla modificada con 0.4% de tela quirúrgica reciclada se tiene 3677 kg/cm, en la mezcla modificada con 0.5% de tela quirúrgica reciclada se tiene 3572 kg/cm y en la mezcla modificada con 1.0% de tela quirúrgica reciclada se tiene 3492 kg/cm. Todos estos resultados se encuentran dentro los parámetros establecidos en la norma EG-2013.

Figura 70. Gráfico de resultados propios de rigidez



Fuente: Realización propia

En su investigación Carbajal (2020) encuentra como resultados en la mezcla asfáltica convencional de 2810 kg/cm, mezcla asfáltica modificada con 1 % de 3333 kg/cm, mezcla asfáltica modificada con 2 % de 2166 kg/cm y mezcla asfáltica modificada con 3 % de 951 kg/cm. y en nuestra investigación encontramos resultados de nuestra mezcla patrón se obtuvo 3824 kg/cm, en la mezcla modificada con 0.3% de tela quirúrgica reciclada se tiene 3833 kg/cm, en la mezcla modificada con 0.4% de tela quirúrgica reciclada se tiene 3677 kg/cm, en la mezcla modificada con 0.5% de tela quirúrgica reciclada se tiene 3572 kg/cm y en la mezcla modificada con 1.0% de tela quirúrgica reciclada se tiene 3492 kg/cm. De lo anterior se puede extraer que los resultados de las dos investigaciones tienen SIMILITUD ya que los resultados descienden a medida que se incorpora material reciclado.

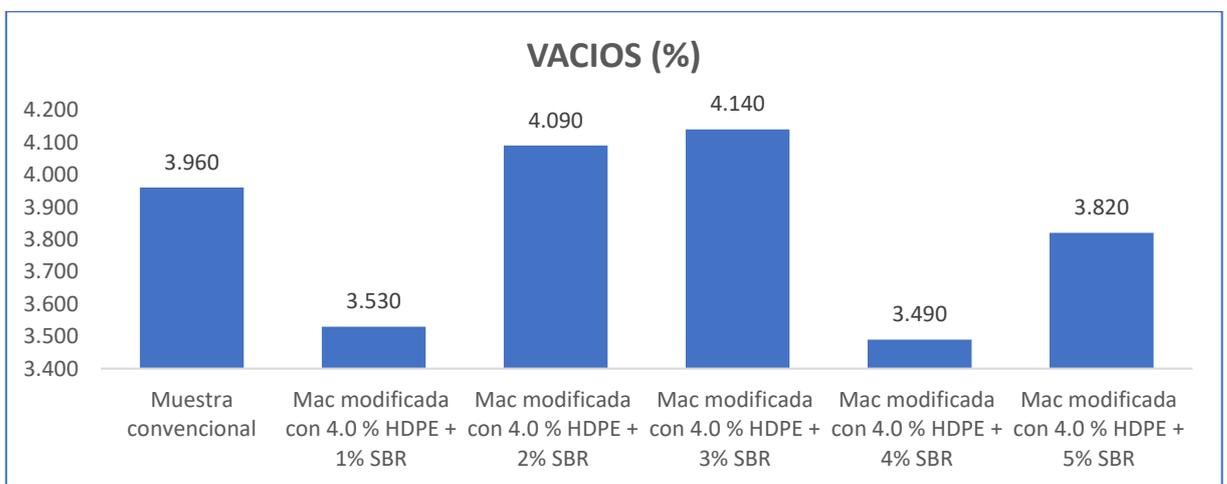
observando que sus mejores resultados para Carbajal (2020) es incorporando 1% y 2% de polipropileno y polietileno y para nuestra investigación todos los resultados se encuentran dentro los parámetros exigidos.

**Objetivo específico 3:** Determinar si la incorporación de tela quirúrgica reciclada incrementa la vida útil de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno – 2022.

## Vacíos:

Caso y De la cruz (2021) en su investigación “Diseño de mezclas asfálticas en caliente modificadas con polímeros HDP y SBR...” obtiene como resultados para vacíos en sus ensayos, muestra convencional 3.96 %, Mac modificada con 4% de HDPE y 1% de SBR 3.53 %, Mac modificada con 4% de HDPE y 2% de SBR 4.09 %, Mac modificada con 4% de HDPE y 3% de SBR 4.14 %, Mac modificada con 4% de HDPE y 4% de SBR 3.49 %, Mac modificada con 4% de HDPE y 5% de SBR 3.82 %, lo que significa que se encuentra dentro del margen permitido en la norma EG-2013.

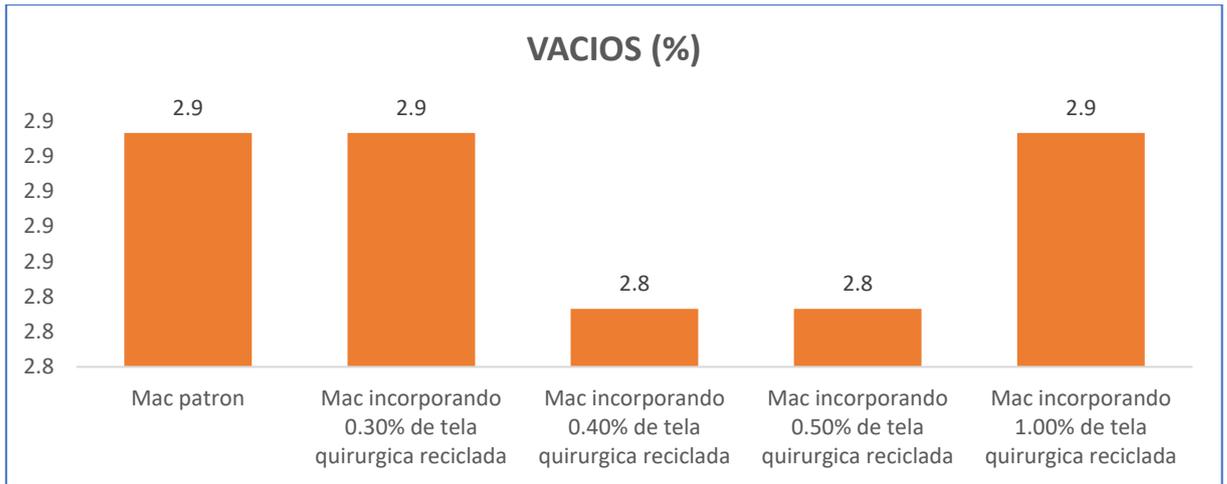
Figura 71. Gráfico de vacíos según Caso y De la cruz (2021)



Fuente: Caso y De la cruz (2021)

En nuestra investigación los resultados obtenidos de vacíos para la Mac patrón es de 2.9%, para la mac modificada con 0.30% de tela quirúrgica reciclada es de 2.9%, para la mac modificada con 0.40% de tela quirúrgica reciclada es de 2.8%, para la mac modificada con 0.50% de tela quirúrgica reciclada es de 2.8%, para la mac modificada con 1.00% de tela quirúrgica reciclada es de 2.9%, resultados que se encuentran en el límite inferior de lo establecido en la norma EG-2013.

Figura 72. Gráfico de resultados propios de vacíos



Fuente: Realización propia

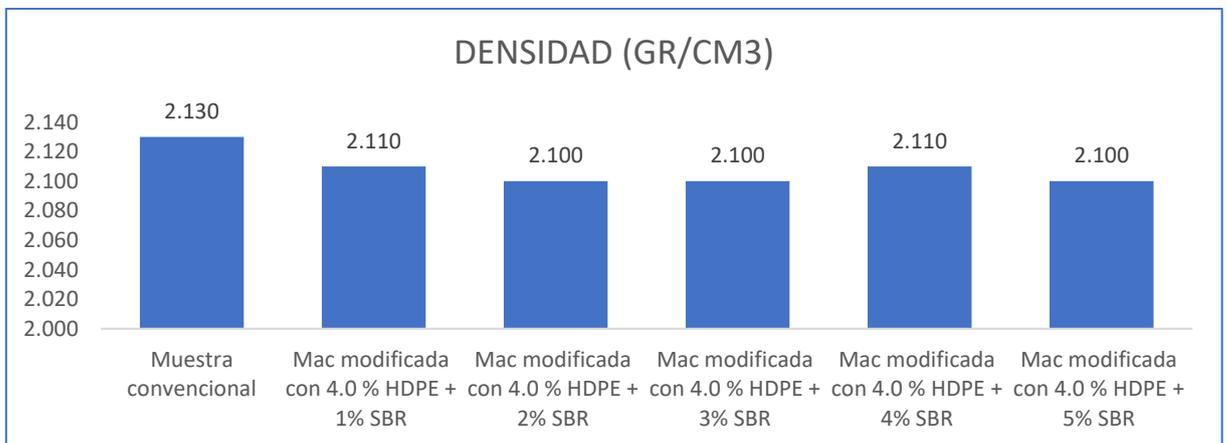
En los resultados de Caso y De la cruz (2021), se puede observar que tiene un porcentaje de vacíos en su muestra convencional 3.96 %, Mac modificada con 4% de HDPE y 1% de SBR 3.53 %, Mac modificada con 4% de HDPE y 2% de SBR 4.09 %, Mac modificada con 4% de HDPE y 3% de SBR 4.14 %, Mac modificada con 4% de HDPE y 4% de SBR 3.49 %, Mac modificada con 4% de HDPE y 5% de SBR 3.82 %, en vista que la incorporación de material reciclado es en mayor proporción, los resultados difieren uno con respecto al otro y en nuestra investigación tenemos resultados de vacíos para la Mac patrón de 2.9%, para la mac modificada con 0.30% de tela quirúrgica reciclada es de 2.9%, para la mac modificada con 0.40% de tela quirúrgica reciclada es de 2.8%, para la mac modificada con 0.50% de tela quirúrgica reciclada es de 2.8%, para la mac modificada con 1.00% de tela quirúrgica reciclada es de 2.9%, resultados que son similares ante la variación de material incorporado, lo que significa que nuestros resultados DIFIEREN de la investigación previa.

Entonces al tener un mínimo de porcentaje de vacíos nuestra mezcla asfáltica modificada tendrá mejores resultados en cuanto a comportamiento físico y esto significa que tendrá un incremento de vida útil de la mezcla asfáltica,

## Densidad:

Caso y De la cruz (2021) en su investigación “Diseño de mezclas asfálticas en caliente modificadas con polímeros HDP y SBR...” obtiene como resultados para densidad en sus ensayos, muestra convencional 2.13 gr/cm, Mac modificada con 4% de HDPE y 1% de SBR 2.11 gr/cm, Mac modificada con 4% de HDPE y 2% de SBR 2.10 gr/cm, Mac modificada con 4% de HDPE y 3% de SBR 2.10 gr/cm, Mac modificada con 4% de HDPE y 4% de SBR 2.11 gr/cm, Mac modificada con 4% de HDPE y 5% de SBR 2.10 gr/cm, lo que significa que se encuentra dentro del margen permitido en la norma EG-2013.

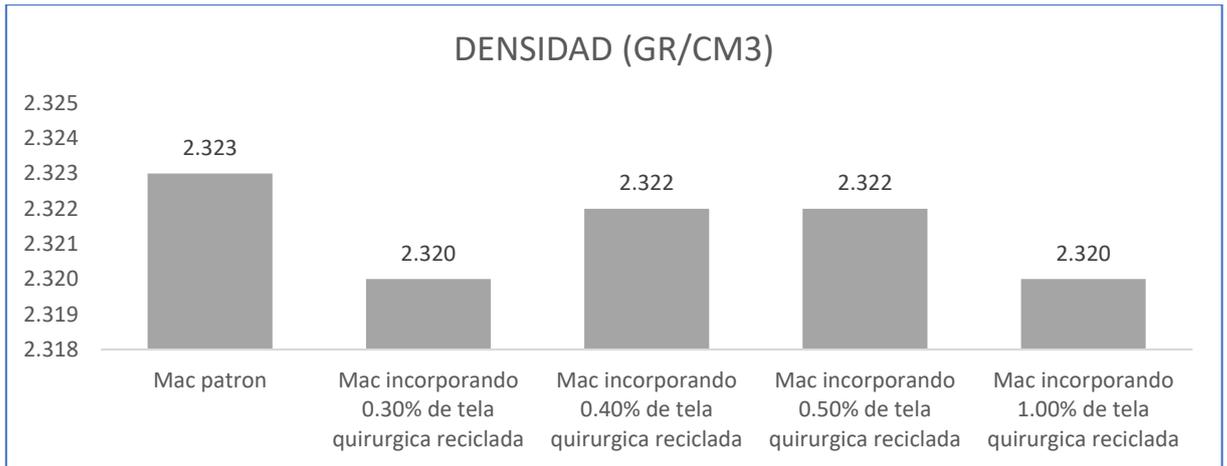
Figura 73. Gráfico de densidad según Caso y De la cruz (2021)



Fuente: Caso y De la cruz (2021)

En nuestra investigación los resultados obtenidos de densidad para la Mac patrón es de 2.32 gr/cm, para la mac modificada con 0.30% de tela quirúrgica reciclada es de 2.32 gr/cm, para la mac modificada con 0.40% de tela quirúrgica reciclada es de 2.32 gr/cm, para la mac modificada con 0.50% de tela quirúrgica reciclada es de 2.32 gr/cm, para la mac modificada con 1.00% de tela quirúrgica reciclada es de 2.32 gr/cm, resultados que se encuentran dentro de los parámetros establecidos en la norma EG-2013.

Figura 74. Gráfico de resultados propios de densidad



Fuente: Realización propia

En los resultados de Caso y De la cruz (2021), se puede observar que tiene sus resultados para densidad en su muestra convencional de 2.13 gr/cm, Mac modificada con 4% de HDPE y 1% de SBR de 2.11 gr/cm, Mac modificada con 4% de HDPE y 2% de SBR de 2.10 gr/cm, Mac modificada con 4% de HDPE y 3% de SBR de 2.10 gr/cm, Mac modificada con 4% de HDPE y 4% de SBR de 2.11 gr/cm, Mac modificada con 4% de HDPE y 5% de SBR de 2.10 gr/cm, no existiendo mucha variación en los resultados de densidad y en nuestra investigación tenemos resultados de densidad para la Mac patrón es de 2.32 gr/cm, para la mac modificada con 0.30% de tela quirúrgica reciclada es de 2.32 gr/cm, para la mac modificada con 0.40% de tela quirúrgica reciclada es de 2.32 gr/cm, para la mac modificada con 0.50% de tela quirúrgica reciclada es de 2.32 gr/cm, para la mac modificada con 1.00% de tela quirúrgica reciclada es de 2.32 gr/cm, de igual manera en nuestra investigación no tiene mucha variación, por lo que existe SIMILITUD en las dos investigaciones.

Por otro lado al tener mayores densidades nuestra mezcla asfáltica modificada tendrá mejores resultados en cuanto a comportamiento físico y esto significa que tendrá un incremento de vida útil de la mezcla asfáltica.

## VI. CONCLUSIONES

Los ensayos para los agregados pétreos fueron desarrollados cumpliendo la norma EG-2013 para poder tener un mayor control adecuado en cuanto a los requerimientos mínimos que indica la norma, obtener las cantidades y porcentajes de cada material a utilizar. Se continuaron con los ensayos Marshall en una primera etapa para encontrar el contenido óptimo de asfalto a utilizar en nuestra mezcla asfáltica convencional elaborando un diseño para 5.5%, 6.0%, 6.5% y 7.0%, encontrando que el porcentaje óptimo de asfalto es el 6.3%.

Posterior mente se desarrolló los mismos ensayos para poder encontrar el contenido óptimo de tela quirúrgica reciclada a incorporar, se puede extraer que incorporando el 0.5 % del material reciclado a la mezcla asfáltica los porcentajes de vacíos disminuyen de 3.0% a 2.9%, esto evidencia que habrá una leve reducción de vacíos por lo que nuestra mezcla resulta ser más impermeable, ya que al tener mayor cantidad de vacíos esta mezcla sería más permeable y por ende se deterioraría con mayor rapidez, así mismo para la mac convencional se encontró una densidad de 2.323 kg/cm<sup>3</sup> y para la mac modificada con 0.5 % de tela quirúrgica reciclada se encontró una densidad de 2.322 kg/cm<sup>3</sup>, siendo estos resultados similares, es así que nuestra conclusión es que la incorporación de tela quirúrgica reciclada influye positivamente en las propiedades físicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro – Muñani, Puno – 2022.

Por otro lado se pudo comprobar que la mac convencional tiene como rigidez 3824 kg/cm, y la mac modificada con tela quirúrgica reciclada tiene una rigidez de 3572 kg/cm, del mismo modo la mac convencional tiene un flujo de 3.0 mm y la mac modificada tiene un flujo de 3.4 mm, la mac convencional tiene una estabilidad de 1147 kg-f y la mac modificada obtiene una estabilidad de 1214 kg-f. Por otro lado, en el ensayo de resistencia a la compresión - inmersión la mac convencional tiene un 85.3 % y la mac modificada tiene 85.5 %, , lo cual significa que los resultados obtenidos al incorporar 0.5 % de tela quirúrgica reciclada son favorables e incrementan las propiedades mecánicas de la mac modificada y que esta resistencia incremento levemente, es así que nuestra conclusión es que la incorporación de tela quirúrgica reciclada influye positivamente en las propiedades mecánicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro – Muñani, Puno – 2022.

De los resultados obtenidos podemos extraer que al incorporar 0.5% de tela quirúrgica reciclada este mejorara a los resultados de vacíos de 2.9%, y densidad den 2.323 kg/cm<sup>3</sup>, que son las propiedades que son directamente responsables del periodo de vida útil de nuestra mezcla asfáltica, esto significa que al contener menos vacíos y mayor densidad esta mezcla será mas compacta e impermeable, se puede concluir que, la incorporación de tela quirúrgica reciclada influye positivamente al incremento de la vida útil de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno - 2022.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda cumplir con los requisitos mínimos tanto en los agregados y mezcla asfáltica, según la norma EG-2013 esto para encontrar resultados reales en los ensayos realizados.

Se recomienda ensayar la misma mezcla asfáltica modificada con tela quirúrgica reciclada en otras zonas del País, esto para ver si se obtienen mejores resultados.

Se recomienda usar la tela quirúrgica reciclada como modificador de la mezcla asfáltica en la construcción de las carreteras. Esto con la finalidad de abaratar costos de la mezcla asfáltica, e incrementar las propiedades físico mecánicas sin hacer uso de aditivos recomendados en la zona.

## REFERENCIAS

**ACOSTA MESTRE, Kenyi Manuel. 2019.** Modificación de la mezcla asfáltica mediante la incorporación de polímeros SBS en la Av. Canta Callao, entre la Av. Naranjal y la Av. Alisos. *Tesis (ingeniero Civil)*. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2019. 230 pp.

**E-Asphalt.** E-ASPHALT. [En línea] [Citado el: 05 de 02 de 2022.] <http://www.e-asfalto.com/modificados/modificados.htm>.

*El protocolo de investigacion III: la poblacion de estudio.* **ARIAS GOMEZ, J, VILLASIS KEEVER, MÁ y MIRANDA NOVALES, MG. 2016.** 2, Mexico : Revista Alergia México, 2016, Vol. 62.

**HERNANDEZ, Marisol. 2012.** Tipos y niveles de investigacion. *Metodologia de la investigacion*. Venezuela : s.n., 2012.

**Industrias Ivor. 2020.** Características de la tela quirurgica. [En línea] 11 de 05 de 2020. [Citado el: 05 de 02 de 2022.] <https://www.ivoorindustries.com/blogs/caracteristicas/caracteristicas-de-sms>.

**Ingenieria civil (apuntes). 2009.** ingenieria civil apuntes. [En línea] 13 de mayo de 2009. [Citado el: 05 de 02 de 2022.] <http://ingenieriacivilapuntes.blogspot.com/2009/05/descripcion-carpeta-asfaltica.html>.

**MARIN, HERNANDEZ, Alberto. 2004.** Asfaltos modificados y pruebas de laboratoria para caracterizarlo. *Tesis ingeniero civil*. Mexixo DF. : Instituto Politecnico Nacional, 2004. 135 pp.

**Ministerio de transportes y comunicaciones. 2013.** *Manual de carreteras EG-2013*. Lima : s.n., 2013.

—. **2014.** *Manual de carreteras suelosgeologia, Geotecnia y Pavimentos*. Lima : Servicios graficos squadrito EIRL, 2014.

*Pavimentos flexibles.* **SANCHEZ, Gonzalo.** págs. 18-23.

**PERU COMPRAS. 2020.** *CATALOGO ELECTRONICO DE MASCARILLAS Y OTROS*. Lima - Peru : s.n., 2020.

*Poblacion, muestra y Muestreo.* **LOPEZ, Pedro Luis. 2004.** 08, s.l. : Revista punto cero, 2004, Vol. 09. 1815-0276.

**Question Pro.** Blog sobre mejores practicas de investigacion de mercados. [En línea] [Citado el: 11 de 02 de 2022.] <https://www.questionpro.com/blog/es/recoleccion-de-datos-para-investigacion/>.

**QuestionPro.** Blog sobre mejores practicas de investigacion de mercados. [En línea] [Citado el: 11 de 02 de 2022.]

*Revision de las tendencias innovadoras en la estructuracion de pavimentos como parte del desarrollo sustentable.* **ORTIZ CARRILLO, a. a., y otros. 2018.** 1, Tabasco : DOI, 2018, Vol. 2. 24488186.

**ROCAS Y MATERIALES.** [En línea] [Citado el: 05 de 02 de 2022.] <https://www.rocasymateriales.net/asfalto/>.

**TAMAYO LY, Carla y SILVA SIESQUEN, Irene.** *Técnica e instrumentos de recolección de datos.* Universidad católica los angeles de Chimbote, Chimbote : s.n.

*Tipos, métodos y estrategias de investigación científica.* **TAM MALAGA, Jorge, VERA, Giovanna y OLIVEROS RAMOS, Ricardo.** 2008. 145-154, Mexico DF : s.n., 2008, Vol. 5.

**WULF RODRIGUEZ, Fernando Andres.** 2008. ANÁLISIS DE PAVIMENTO ASFÁLTICO MODIFICADO CON POLÍMERO. *Tesis (Ingeniero Constructor).* Valdivia-Chile : s.n., 2008.

**zchimmer & schwarz.** 2019. ZSCHIMMER & SCHWARZ. [En línea] 25 de 09 de 2019. [Citado el: 05 de 02 de 2022.] <https://www.zschimmer-schwarz.es/noticias/que-son-los-polimeros-y-como-se-clasifican/>.

## **ANEXOS**

Anexo 1. Matriz de Consistencia

Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables

Anexo 3. Análisis estadístico de resultados

Anexo 4. Ensayos

Anexo 5. Confiabilidad

Anexo 6. Cuadro de dosificación y resultados de antecedentes

Anexo 7. Procedimientos

Anexo 8. Captura de pantalla turnitin

Anexo 9. Normativa

Anexo 10. Mapas y planos

Anexo 11. Panel fotográfico

## Anexo 1. Matriz de Consistencia

**TITULO:** “Mejoramiento de las propiedades físico mecánica de la carpeta asfáltica incorporando tela quirúrgica reciclada en la carretera Azángaro - Muñani, Puno - 2022”

**AUTOR:** Br. Ruelas Chambi, Danira.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
<p><b>Problema General:</b> ¿Cómo influye la incorporación de la tela quirúrgica reciclada en las propiedades físicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno - 2022?</p>	<p><b>Problema General:</b> Evaluar cómo influye la incorporación de tela quirúrgica reciclada en las propiedades físico mecánicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno – 2022.</p>	<p><b>Problema General:</b> La incorporación de tela quirúrgica reciclada influye positivamente en las propiedades físico mecánicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno – 2022.</p>	<b>INDEPENDIENTE</b>	Tela quirúrgica reciclada	Dosificación	0.00% de tela quirúrgica reciclada.	Ficha de recolección de datos.	
						0.30% de tela quirúrgica reciclada.		
						0.40% de tela quirúrgica reciclada.		
						0.50% de tela quirúrgica reciclada.		
						1.00% de tela quirúrgica reciclada.		
<p><b>Problemas Específicos:</b> ¿Cómo influye la incorporación de la tela quirúrgica reciclada en las propiedades físicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno - 2022?</p>	<p><b>Problemas Específicos:</b> Determinar cómo influye la incorporación de tela quirúrgica reciclada en las propiedades físicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno – 2022.</p>	<p><b>Problemas Específicos:</b> La incorporación de tela quirúrgica reciclada influye positivamente en las propiedades físicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno - 2022.</p>	<b>DEPENDIENTE</b>	Propiedades físicas y mecánicas de la carpeta asfáltica	Propiedades Físicas	Durabilidad	Marshall	
<p>¿Cómo influye la incorporación de la tela quirúrgica reciclada en las propiedades mecánicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno - 2022?</p>	<p>Determinar cómo influye la incorporación de tela quirúrgica reciclada en las propiedades mecánicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno – 2022.</p>	<p>La incorporación de tela quirúrgica reciclada influye positivamente en las propiedades mecánicas de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno - 2022.</p>				Impermeabilidad	Marshall	
						Propiedades Mecánicas	Flujo	Marshall
							Estabilidad	Marshall
							Resistencia a la compresión-inmersión	Según ensayo MTC E 518
<p>¿La incorporación de la tela quirúrgica reciclada incrementa la vida útil de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno - 2022?</p>	<p>Determinar si la incorporación de tela quirúrgica reciclada incrementa la vida útil de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno – 2022.</p>	<p>La incorporación de tela quirúrgica reciclada incrementa la vida útil de la carpeta asfáltica en la carretera Azángaro - Muñani, Puno - 2022.</p>			Índice de rigidez	Marshall		

## Anexo 2. Matriz de Operacionalización de Variables

**TITULO:** “Mejoramiento de las propiedades físico mecánica de la carpeta asfáltica incorporando tela quirúrgica reciclada en la carretera Azángaro - Muñani, Puno - 2022”

**AUTOR:** Br. Ruelas Chambi, Danira.

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
Tela quirúrgica reciclada.	Las mascarillas quirúrgicas desechables, batas quirúrgicas utilizadas por el personal de los hospitales, pueden tener una segunda vida y reciclando dichos materiales de tela quirúrgica, se pueden obtener polímeros los cuales aportan mayor ductilidad, flexibilidad y fuerza, todo esto nos permite producir una mezcla asfáltica con mejores propiedades físicas y mecánicas.	La tela quirúrgica reciclada (mascarillas descartables, batas quirúrgicas) es desarrollada teniendo en cuenta la dosificación sobre la mezcla asfáltica.	Dosificación	0.00% de tela quirúrgica reciclada.	nominal y de razón	<b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada. <b>Nivel de Investigación:</b> Explicativo. <b>Diseño de Investigación:</b> Experimental: Cuasi – Experimental. <b>Enfoque:</b> Cuantitativo. <b>Población:</b> Igual que la muestra <b>Muestra:</b> 24 especímenes. <b>Muestreo:</b> no probabilístico de tipo intencional o deliberadamente. <b>Técnica:</b> Observación in situ o directa. <b>Instrumento de recolección de datos:</b> - Fichas de recolección de datos - Equipos y herramientas de laboratorio. - Software de análisis de datos.
				0.30% de tela quirúrgica reciclada.		
				0.40% de tela quirúrgica reciclada.		
				0.50% de tela quirúrgica reciclada.		
				1.00% de tela quirúrgica reciclada.		
Propiedades físicas y mecánicas de la carpeta asfáltica.	Las propiedades físicas y mecánicas de la carpeta asfáltica son muy importantes porque estas propiedades determinan el comportamiento de la mezcla frente a los factores climáticos y la optimización de su vida útil, las más resaltantes están: la durabilidad, flexibilidad, impermeabilidad, flujo, estabilidad, resistencia a la compresión y rigidez.	Las propiedades de la mezcla asfáltica que se evaluarán serán: durabilidad, flexibilidad, impermeabilidad, flujo, estabilidad, resistencia a la compresión y rigidez.; los cuales determinarán las propiedades físico mecánicas.	Propiedades Físicas	Durabilidad	nominal y de razón	
				Impermeabilidad		
			Propiedades Mecánicas	Flujo		
				Estabilidad		
				Resistencia a la compresión-inmersión		
				Índice de rigidez		

### Anexo 3. Análisis estadístico de resultados

## 1. FLUJO

### Prueba de Normalidad

#### Paso 1: Plantear la hipótesis de normalidad

Ho: Los datos siguen una distribución normal

H1: Los datos no siguen una distribución normal

#### Paso 2: Nivel de significancia

NC= 0.95

$\alpha$ = 0.05 (margen de error)

#### Paso 3: Prueba de Normalidad

Si  $n > 50$ , se aplica Kolmogorov - Smirnov

Si  $n < 50$ , se aplica Shapiro - Wilk

#### Paso 4: Prueba Estadística

Si p-valor  $< 0.05$ , se rechaza la Ho

Si p-valor  $> 0.05$ , se acepta la Ho, y se rechaza la H1

#### Paso 5: Criterio de decisión

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Contenido de Tela Quirugica (%)	.229	15	.050	.868	15	.052
Flujo (mm)	.240	15	.067	.827	15	.068

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Si p-valor  $> 0.05$ , se acepta la Ho, y se rechaza la H1

p-valor =0.052  $> 0.05$ : se rechaza la Ho

p-valor =0.068  $> 0.05$ : se rechaza la Ho

#### Paso 5: Conclusion

los datos de la variable Flujo tienen normalidad, por lo tanto se se utilizara la estadística paramétrica.

## Coeficiente de Correlacion

FLUJO

X : (mm)

Y : TELA QUIRURGICA INCORPORADA (%)

### Paso 1: Plantear la hipotesis de correlacion

Ho: No existe correlacion entre las variables "x" e "y"

H1: Existe correlacion entre las variables "x" e "y"

### Paso 2: Nivel de significancia

NC= 0.95

$\alpha$ = 0.05 (margen de error)

### Paso 3: Prueba de correlacion

Parametrica = Coeficiente de Pearson

No parametrica = Spearman

### Paso 4: Prueba Estadistica

Si p-valor < 0.05, se rechaza la Ho

Si p-valor > 0.05, se acepta la Ho, y se rechaza la H1

### Paso 5: Criterio de decisión

Correlaciones

		Contenido de Tela Quirugica (%)	Flujo (mm)
Contenido de Tela Quirugica (%)	Correlación de Pearson	1	.431
	Sig. (bilateral)		.007
	N	15	15
Flujo (mm)	Correlación de Pearson	.431	1
	Sig. (bilateral)	.007	
	N	15	15

### Paso 6: Conclusión

se rechaza la Ho; existe relación entre las variables X (Flujo) y Y (Contenido de tela quirúrgica reciclada).

## 2. ESTABILIDAD

### Prueba de Normalidad

#### Paso 1: Plantear la hipótesis de normalidad

Ho: Los datos siguen una distribución normal

H1: Los datos no siguen una distribución normal

#### Paso 2: Nivel de significancia

NC= 0.95

$\alpha$ = 0.05 (margen de error)

#### Paso 3: Prueba de Normalidad

Si  $n > 50$ , se aplica Kolmogorov - Smirnov

Si  $n < 50$ , se aplica Shapiro - Wilk

#### Paso 4: Prueba Estadística

Si p-valor  $< 0.05$ , se rechaza la Ho

Si p-valor  $> 0.05$ , se acepta la Ho, y se rechaza la H1

#### Paso 5: Criterio de decisión

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Contenido de Tela Quirugica (%)	.229	15	.053	.868	15	.052
Estabilidad (Kg)	.255	15	.059	.827	15	.058

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Si p-valor  $> 0.05$ , se acepta la Ho, y se rechaza la H1

p-valor =0.052  $> 0.05$ : se rechaza la Ho

p-valor =0.058  $> 0.05$ : se rechaza la Ho

#### Paso 5: Conclusion

los datos de la variable Estabilidad tienen normalidad, por lo tanto se se utilizara la estadística paramétrica

## Coeficiente de Correlacion

X : ESTABILIDAD

Y : TELA QUIRURGICA INCORPORADA (%)

### Paso 1: Plantear la hipotesis de correlacion

Ho: No existe correlacion entre las variables "x" e "y"

H1: Existe correlacion entre las variables "x" e "y"

### Paso 2: Nivel de significancia

NC= 0.95

$\alpha$ = 0.05 (margen de error)

### Paso 3: Prueba de correlacion

Parametrica = Coeficiente de Pearson

No parametrica = Spearman

### Paso 4: Prueba Estadistica

Si p-valor < 0.05, se rechaza la Ho

Si p-valor > 0.05, se acepta la Ho, y se rechaza la H1

### Paso 5: Criterio de decisi3n

Correlaciones

		Contenido de Tela Quirugica (%)	Estabilidad (Kg)
Contenido de Tela Quirugica (%)	Correlaci3n de Pearson	1	.519
	Sig. (bilateral)		.046
	N	15	15
Estabilidad (Kg)	Correlaci3n de Pearson	.519	1
	Sig. (bilateral)	.046	
	N	15	15

### Paso 6: Conclusi3n

se rechaza la Ho; existe relaci3n entre las variables X (Estabilidad) y Y (Contenido de tela quir3rgica reciclada).

### 3. RIGIDEZ

#### Prueba de Normalidad

##### **Paso 1: Plantear la hipótesis de normalidad**

Ho: Los datos siguen una distribución normal

H1: Los datos no siguen una distribución normal

##### **Paso 2: Nivel de significancia**

NC= 0.95

$\alpha$ = 0.05 (margen de error)

##### **Paso 3: Prueba de Normalidad**

Si  $n > 50$ , se aplica Kolmogorov - Smirnov

Si  $n < 50$ , se aplica Shapiro - Wilk

##### **Paso 4: Prueba Estadística**

Si p-valor  $< 0.05$ , se rechaza la Ho

Si p-valor  $> 0.05$ , se acepta la Ho, y se rechaza la H1

##### **Paso 5: Criterio de decisión**

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Contenido de Tela Quirugica (%)	.229	15	.053	.868	15	.052
Rigidez (Kg/cm)	.100	15	.200 <sup>*</sup>	.983	15	.987

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Si p-valor  $> 0.05$ , se acepta la Ho, y se rechaza la H1

p-valor = 0.052  $> 0.05$

p-valor = 0.987  $> 0.05$

##### **Paso 5: Conclusion**

los datos de la variable Rigidez tienen normalidad, por lo tanto se utilizara la estadística paramétrica.

## Coeficiente de Correlacion

X : RIGIDEZ

Y : TELA QUIRURGICA INCORPORADA (%)

### **Paso 1: Plantear la hipotesis de correlacion**

Ho: No existe correlacion entre las variables "x" e "y"

H1: Existe correlacion entre las variables "x" e "y"

### **Paso 2: Nivel de significancia**

NC= 0.95

$\alpha$ = 0.05 (margen de error)

### **Paso 3: Prueba de correlacion**

Parametrica = Coeficiente de Pearson

No parametrica = Spearman

### **Paso 4: Prueba Estadistica**

Si p-valor < 0.05, se rechaza la Ho

Si p-valor > 0.05, se acepta la Ho, y se rechaza la H1

### **Paso 5: Criterio de decisi3n**

**Correlaciones**

		Contenido de Tela Quirugica (%)	Rigidez (Kg/cm)
Contenido de Tela Quirugica (%)	Correlaci3n de Pearson	1	.163
	Sig. (bilateral)		.043
	N	15	15
Rigidez (Kg/cm)	Correlaci3n de Pearson	.163	1
	Sig. (bilateral)	.043	
	N	15	15

### **Paso 6: Conclusi3n**

se rechaza la Ho; existe relaci3n entre las variables X (Rigidez) y Y (Contenido de tela quir3rgica reciclada).

## 4. VACIOS

### Prueba de Normalidad

#### Paso 1: Plantear la hipótesis de normalidad

Ho: Los datos siguen una distribución normal

H1: Los datos no siguen una distribución normal

#### Paso 2: Nivel de significancia

NC= 0.95

$\alpha$ = 0.05 (margen de error)

#### Paso 3: Prueba de Normalidad

Si  $n > 50$ , se aplica Kolmogorov - Smirnov

Si  $n < 50$ , se aplica Shapiro - Wilk

#### Paso 4: Prueba Estadística

Si p-valor  $< 0.05$ , se rechaza la Ho

Si p-valor  $> 0.05$ , se acepta la Ho, y se rechaza la H1

#### Paso 5: Criterio de decisión

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Contenido de Tela Quirugica (%)	.229	15	.053	.868	15	.052
Vacios (%)	.249	15	.063	.804	15	.064

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Si p-valor  $> 0.05$ , se acepta la Ho, y se rechaza la H1

p-valor = 0.052  $> 0.05$

p-valor = 0.064  $> 0.05$

#### Paso 5: Conclusion

los datos de la variable Vacios tienen normalidad, por lo tanto se se utilizara la estadística paramétrica.

## Coeficiente de Correlacion

X : VACIOS

Y : TELA QUIRURGICA INCORPORADA (%)

### **Paso 1: Plantear la hipotesis de correlacion**

Ho: No existe correlacion entre las variables "x" e "y"

H1: Existe correlacion entre las variables "x" e "y"

### **Paso 2: Nivel de significancia**

NC= 0.95

$\alpha$ = 0.05 (margen de error)

### **Paso 3: Prueba de correlacion**

Parametrica = Coeficiente de Pearson

No parametrica = Spearman

### **Paso 4: Prueba Estadistica**

Si p-valor < 0.05, se rechaza la Ho

Si p-valor > 0.05, se acepta la Ho, y se rechaza la H1

### **Paso 5: Criterio de decisi3n**

**Correlaciones**

		Contenido de Tela Quirugica (%)	Vacios (%)
Contenido de Tela Quirugica (%)	Correlaci3n de Pearson	1	-.047
	Sig. (bilateral)		.049
	N	15	15
Vacios (%)	Correlaci3n de Pearson	-.047	1
	Sig. (bilateral)	.049	
	N	15	15

### **Paso 6: Conclusi3n**

se rechaza la Ho; existe relaci3n entre las variables X (Vacios) y Y (Contenido de tela quir3rgica reciclada).

## 4. VACIOS

### Prueba de Normalidad

#### Paso 1: Plantear la hipótesis de normalidad

Ho: Los datos siguen una distribución normal

H1: Los datos no siguen una distribución normal

#### Paso 2: Nivel de significancia

NC= 0.95

$\alpha$ = 0.05 (margen de error)

#### Paso 3: Prueba de Normalidad

Si  $n > 50$ , se aplica Kolmogorov - Smirnov

Si  $n < 50$ , se aplica Shapiro - Wilk

#### Paso 4: Prueba Estadística

Si p-valor  $< 0.05$ , se rechaza la Ho

Si p-valor  $> 0.05$ , se acepta la Ho, y se rechaza la H1

#### Paso 5: Criterio de decisión

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Contenido de Tela Quirúrgica (%)	.229	15	.033	.868	15	.032
Densidad (Gr/cm <sup>3</sup> )	.200	15	.109	.891	15	.070

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Si p-valor  $> 0.05$ , se acepta la Ho, y se rechaza la H1

p-valor = 0.032  $< 0.05$

p-valor = 0.070  $> 0.05$

#### Paso 5: Conclusión

los datos de la variable densidad tienen normalidad, sin embargo los datos de la variable contenida de tela quirúrgica reciclada no tienen normalidad por lo tanto se utilizara la estadística no paramétrica.

## Coeficiente de Correlación

X : DENSIDAD

Y : TELA QUIRURGICA INCORPORADA (%)

### Paso 1: Plantear la hipótesis de correlación

Ho: No existe correlacion entre las variables "x" e "y"

H1: Existe correlacion entre las variables "x" e "y"

### Paso 2: Nivel de significancia

NC= 0.95

$\alpha$ = 0.05 (margen de error)

### Paso 3: Prueba de correlación

Parametrica = Coeficiente de Pearson

No parametrica = Spearman

### Paso 4: Prueba Estadística

Si p-valor < 0.05, se rechaza la Ho

Si p-valor > 0.05, se acepta la Ho, y se rechaza la H1

### Paso 5: Criterio de decisión

Correlaciones

			Contenido de Tela Quirugica (%)	Densidad (Gr/cm3)
Rho de Spearman	Contenido de Tela Quirugica (%)	Coeficiente de correlación	1.000	-.192
		Sig. (bilateral)		.049
		N	15	15
	Densidad (Gr/cm3)	Coeficiente de correlación	-.192	1.000
		Sig. (bilateral)	.049	
		N	15	15

### Paso 6: Conclusión

se rechaza la Ho; existe relacion entre las variables X (Densidad) y Y (Contenido de tela quirúrgica reciclada).

# Anexo 4. Certificado de validación del instrumento de recolección de datos

AA1



## CERTIFICADO DE VALIDACION DE INSTRUMENTOS

### 1. DATOS GENERALES:

Apellidos y nombres del experto: Ricardo Aroni Acero  
 N° de registro CIP: 109836  
 Especialidad: Ingeniero Civil  
 Autor del instrumento: Ruelas Chambi, Danira

Instrumentos de evaluación: Analisis granulometrico, determinacion de particulas chatas, ensayo Marshall, estabilidad retenida, indice de compactabilidad, adherencia - recubrimiento, densidad maxima teorica, inmersión - compresion, lavado de mezcla asfaltica en planta, diseño de mortero asfaltico, equivalencia de arena, gravedad especifica de absorcion.

### 2. ASPECTOS DE EVALUACION:

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	los items estan redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los items del instrumento permiten recoger la informacion objetiva sobre la variable MEZCLA ASFALTICA en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnologico, innovacion y legal inherente a la variable: MEZCLA ASFALTICA				X	
ORGANIZACIÓN	Los items del instrumento reflejan organicidad logica entre la definicion operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en funcion a las hipotesis, problema y objetivos de la investigacion.				X	
SUFICIENCIA	Los items del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los items del instrumento son coherentes con el tipo de investigacion y responden a los objetivos, hipotesis y variables de estudio.					X
CONSISTENCIA	La informacion que se recoja a traves de los items del instrumento, permitira, analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigacion.				X	
COHERENCIA	Los items del instrumento expresan relacion con los indicadores de cada dimension de la variable: MEZCLA ASFALTICA.				X	
METODOLOGIA	La relacion entre la tecnica y el instrumento propuestos responden al proposito de la investigacion, desarrollo tecnologico e innovacion.					X
PERTINENCIA	La redaccion de los items concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						46

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es valido cuando se tiene un puntaje minimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no valido ni aplicable)

### 3. OPINION DE APLICABILIDAD:

Los instrumentos propuestos responden al proposito de la investigacion tecnologica

PROMEDIO DE VALORACION:

Duino de febrero del 2022

  
 Ricardo Aroni Acero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 109836

AA1



## CERTIFICADO DE VALIDACION DE INSTRUMENTOS

### 1. DATOS GENERALES:

Apellidos y nombres del experto: Carlos Genaro Gutiérrez Curo

N° de registro CIP: 64607

Especialidad: Ing. Civil

Autor del Instrumento: Ruelas Chambi, Danira

Instrumentos de evaluación: Análisis granulométrico, determinación de partículas chatas, ensayo marshall, estabilidad retenida, índice de compactabilidad, adherencia - recubrimiento, densidad máxima teórica, inmersión - compresión, lavado de mezcla asfáltica en planta, diseño de mortero asfáltico, equivalencia de arena, gravedad específica de absorción.

### 2. ASPECTOS DE EVALUACION:

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable MEZCLA ASFALTICA en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: MEZCLA ASFALTICA					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permita, analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: MEZCLA ASFALTICA.					X
METODOLOGIA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		<b>50</b>				

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es validado cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### 3. OPINION DE APLICABILIDAD:

Los instrumentos son suficientes para el cumplimiento de los objetivos.

PROMEDIO DE VALORACION:

Puno de febrero del 2022

50

  
 Carlos Genaro Gutiérrez Curo  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 64607

AA1



## CERTIFICADO DE VALIDACION DE INSTRUMENTOS

### 1. DATOS GENERALES:

Apellidos y nombres del experto: Chata Quispe Francisco

N° de registro CIP: 1685

Especialidad: Ing. Civil

Autor del Instrumento: Ruelas Chambl Danira

Instrumentos de evaluación: Análisis granulométrico, determinación de partículas chatas, ensayo Marshall, estabilidad retenida, índice de compactabilidad, adherencia - recubrimiento, densidad máxima teórica, inmersión - compresión, lavado de mezcla asfáltica en planta, diseño de mortero asfáltico, equivalencia de arena, gravedad específica de absorción.

### 2. ASPECTOS DE EVALUACION:

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable MEZCLA ASFÁLTICA en todas sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: MEZCLA ASFÁLTICA					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variables de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permita, analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: MEZCLA ASFÁLTICA.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL:</b>		<b>50</b>				

(Nota: tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

### 3. OPINION DE APLICABILIDAD:

Instrumentos cumplen para los objetivos

PROMEDIO DE VALORACION:

Puno de febrero del 2022

50

  
 GOBIERNO REGIONAL DE PUNO  
 ORGANISMO REGULADOR DE SERVICIOS PÚBLICOS S.R.L.  
 ING. Francisco Chata Quispe  
 JEFE LABORATORIO DE SUELOS  
 CIP. N° 1685

## Anexo 5. Ensayos



### **DISEÑO DE MEZCLA BITUMINOSA PARA CARPETA ASFALTICA**

DISEÑO INFORME DE CALIDAD

"ABRIL DEL 2022"



**DISEÑO DE MEZCLA BITUMINOSA PARA CARPETA ASFALTICA**

COMBINACIÓN DE AGREGADOS Y MEZCLA DE O4 AGREGADOS

DISEÑO INFORME DE CALIDAD

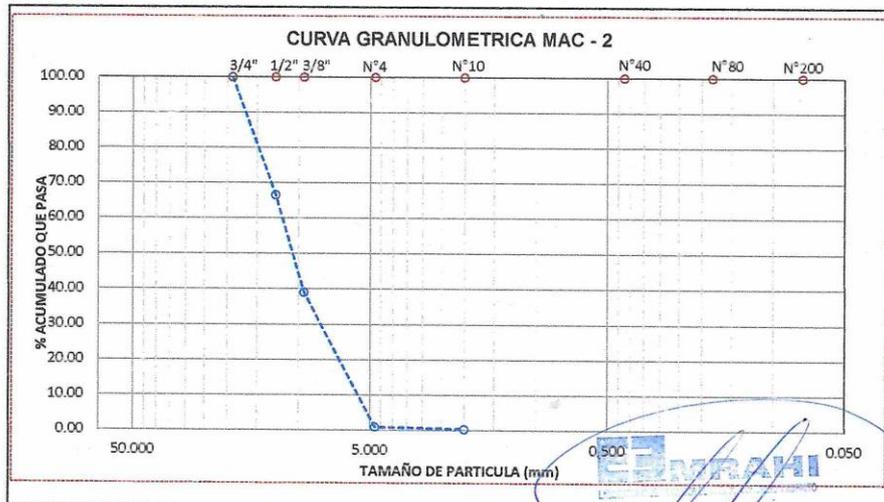
"ABRIL DEL 2022"

  
**EMRAHI**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
Ing. Oscar Alberto Acero  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y CALIDAD  
C.P. 100036

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS	
NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204	
OBRA	TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA RECICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO - MUÑANI, PUNO - 2022*
	AUTOR : Br. RUELAS CHAMBI DANIRA,
DESCRIPCION	: COMBINACION DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFALTICA
CONCEPTO	: DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2
FECHA	: ABRIL DEL 2022.
CEMENTO ASF	: PEN 120/150
MUESTRA	35 % - PIEDRA CHANCADA DE 3/4"
LUGAR DE ENSAYO	: LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
	PESO INICIAL: 1,068.20 gr.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
PESO INICIAL DEL MATERIAL	: 1,068.20 gr.
TOTAL	: 1,068.20 gr.
% GRAVA	: 99.1 %
% ARENA	: 0.9 %
% PASANTE MALLA N°200	: - %

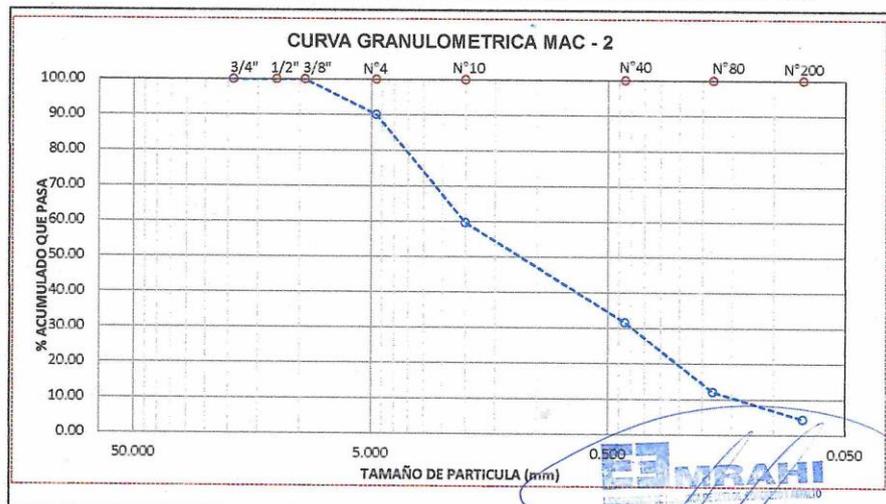
ABERTURA MALLA	AASHTO T-27(mm)	PESO RETENIDO PARCIAL	% PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES ASTM D3515	
						Min	Máx
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0		
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.00		
1/2"	12.500	358.0	33.5	33.5	66.50		
3/8"	9.500	294.0	27.5	61.0	39.00		
N° 4	4.750	407.0	38.1	99.1	0.90		
N°10	2.000	6.0	0.6	99.7	0.30		
N° 40	0.425	3.2	0.3	100.0			
N°80	0.180						
N° 200	0.075						
< N° 200	FONDO						



ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS	
NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204	
OBRA	TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA REICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO - MUÑANI, PUNO - 2022*
	AUTOR : Br. RUELAS CHAMBI DANIRA,
DESCRIPCION	: COMBINACION DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFALTICA
CONCEPTO	: DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2
FECHA	: ABRIL DEL 2022.
CEMENTO ASF	: PEN 120/150
MUESTRA	20 % - ARENA NATURAL 3/8"
LUGAR DE ENSAYO	: LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS <span style="float: right;">PESO INICIAL: 1,309.00 gr.</span>

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
PESO INICIAL DEL MATERIAL	: 1,309.00 gr.
TOTAL	: 1,309.00 gr.
% GRAVA	: 9.9 %
% ARENA	: 85.7 %
% PASANTE MALLA N°200	: 4.4 %

ABERTURA MALLA	AASHTO T-27(mm)	PESO RETENIDO PARCIAL	% PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES ASTM D3616	
						Min	Máx
1"	25.000						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.00		
N° 4	4.750	130.0	9.9	9.9	90.10		
N°10	2.000	398.0	30.4	40.3	59.70		
N° 40	0.425	367.0	28.0	68.4	31.80		
N°80	0.180	255.0	19.5	87.9	12.10		
N° 200	0.075	101.0	7.7	95.6	4.40		
< N° 200	FONDO	58.0	4.4	100.0	0.00		

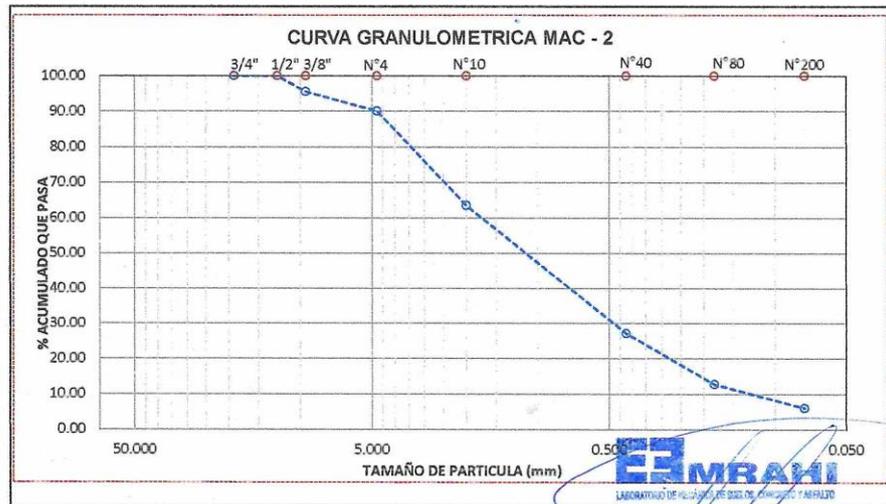


  
 Ing. Ruelas Chambi Danira  
 ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GROSOS Y FINOS	
NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204	
OBRA	TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA REICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO - MUÑANI, PUNO - 2022*
	AUTOR : Br. RUELAS CHAMBI DANIRA,
DESCRIPCION	: COMBINACION DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFALTICA
CONCEPTO	: DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2
FECHA	: ABRIL DEL 2022.
CEMENTO ASF	: PEN 120/150
MUESTRA	44 % - ARENA CHANCADA 1/4"
LUGAR DE ENSAYO	: LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
	PESO INICIAL: 1,004.00 gr.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
PESO INICIAL DEL MATERIAL	: 1,004.00 gr.
TOTAL	: 1,004.00 gr.
% GRAVA	: 9.9 %
% ARENA	: 84.0 %
% PASANTE MALLA N°200	: 6.1 %
CLASIFICACION SUELO:	

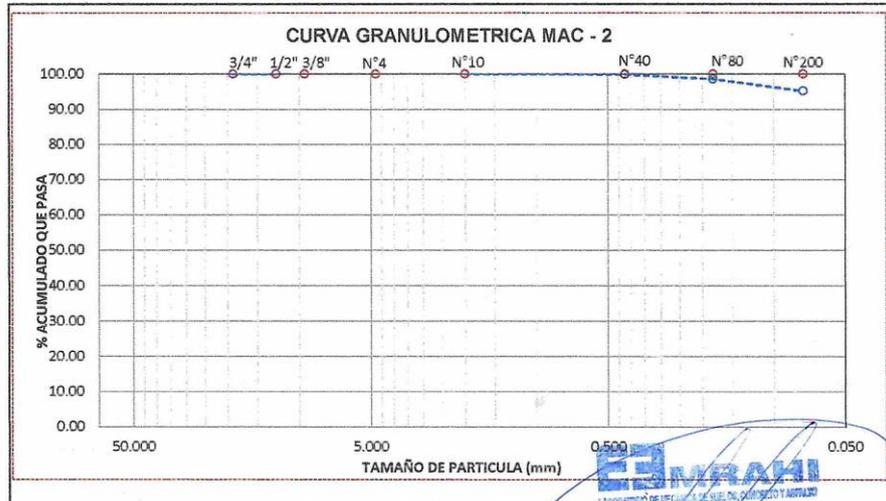
ABERTURA MALLA	AASHTO T-27(mm)	PESO RETENIDO PARCIAL	% PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES ASTM D3815	
						Min	Máx
1"	25.000						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500				100.00		
3/8"	9.500	44.0	4.4	4.4	95.80		
N° 4	4.750	55.1	5.5	9.9	90.10		
N°10	2.000	208.0	26.5	36.4	63.80		
N° 40	0.425	368.0	36.5	72.8	27.20		
N°80	0.180	144.0	14.3	87.2	12.80		
N° 200	0.075	67.9	6.8	93.9	6.10		
< N° 200	FONDO	61.0	6.1	100.0	0.00		



ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS	
NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204	
OBRA	TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICOS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA REICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO - MUÑANI, PUNO - 2022*
	AUTOR : Br. RUELAS CHAMBI DANIRA,
DESCRIPCION	: COMBINACION DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFALTICA
CONCEPTO	: DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2
FECHA	: ABRIL DEL 2022.
CEMENTO ASF	: PEN 120/150
MUESTRA	1 % - FILLER (cemento)
LUGAR DE ENSAYO	: LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
	PESO INICIAL: 249.90 gr.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
PESO INICIAL DEL MATERIAL	:	249.90 gr.
TOTAL	:	249.90 gr.
% GRAVA	:	- %
% ARENA	:	(95.2) %
% PASANTE MALLA N°200	:	95.2 %

ABERTURA MALLA	AASHTO T-27(mm)	PESO RETENIDO PARCIAL	% PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES ASTM D3815	
						Min	Máx
1"	25.000						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500						
N° 4	4.750						
N°10	2.000				100.00		
N° 40	0.425	0.3	0.1	0.1	99.90		
N°80	0.180	3.3	1.3	1.4	98.60		
N° 200	0.075	8.3	3.3	4.8	95.20		
< N° 200	FONDO	238.0	95.2	100.0	0.00		



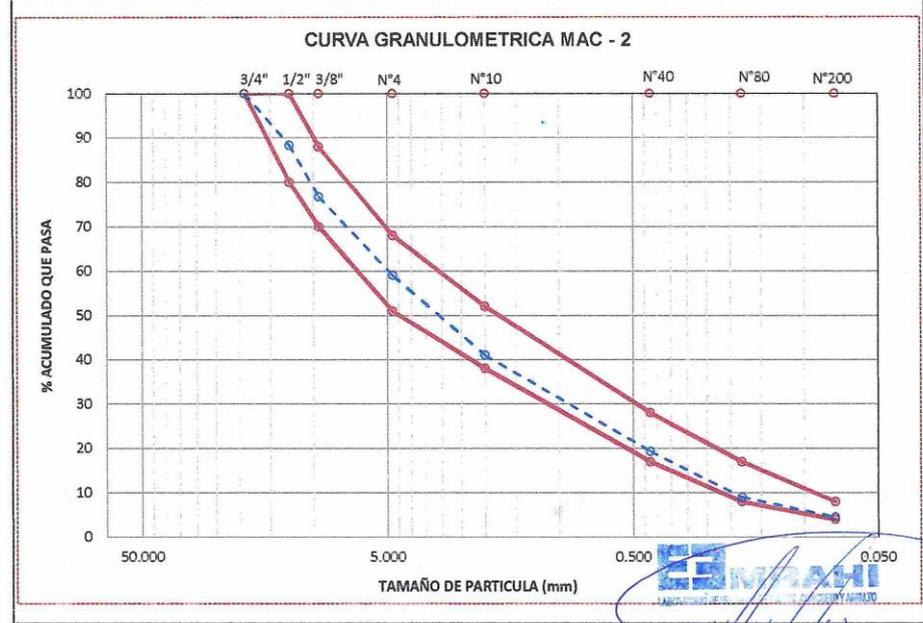
**COMBINACIÓN DE AGREGADOS - MATERIALES PROCESADOS (FINAL: 08.11.18)**

OBRA : TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA RECICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO - MUÑANI, PUNO - 2022  
 AUTOR : Br. RUELAS CHAMBI DANIRA,  
 DESCRIPCION : COMBINACION DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFALTICA  
 CONCEPTO : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2  
 FECHA : ABRIL DEL 2022.  
 CEMENTO ASI : PEN 120/150  
 MUESTRA : 35% P.CH. 1/2" + 20% A.NAT. 3/8" + 44% A.CH. 1/4" + 1% FILLER  
 LUGAR DE ENSAYO : LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS. GRADACIÓN : MAC-2

ABERTURA MALLA	AASHTO T-27(mm)	GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS						ESPECIFICACIONES ASTM D3615	
		AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO		FILLER (CEMENTO)	% COMBINADO PASA ACUM.	Mín	Máx
		ARENA NATURAL N°3/8"	ARENA CHANCADA N° 1/2"	PIEDRA CHANCADA 3/8"	PIEDRA CHANCADA 3/4"				
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100
1/2"	12.500	100.0	100.0	100.0	66.5	100.0	89.3	80	100
3/8"	9.500	100.0	95.6	100.0	39.0	100.0	76.7	70	88
N° 4	4.750	90.1	90.1	100.0	0.9	100.0	59.0	51	66
N°10	2.000	59.7	63.6	100.0	0.3	100.0	41.0	38	52
N° 40	0.425	31.6	27.2	100.0	0.0	99.9	19.3	17	28
N°80	0.180	12.1	12.8	100.0	0.0	98.6	9.0	8	17
N° 200	0.075	4.4	6.1	100.0	0.0	95.2	4.5	4	8

**PORCENTAJE DE COMBINACIÓN DE AGREGADOS**

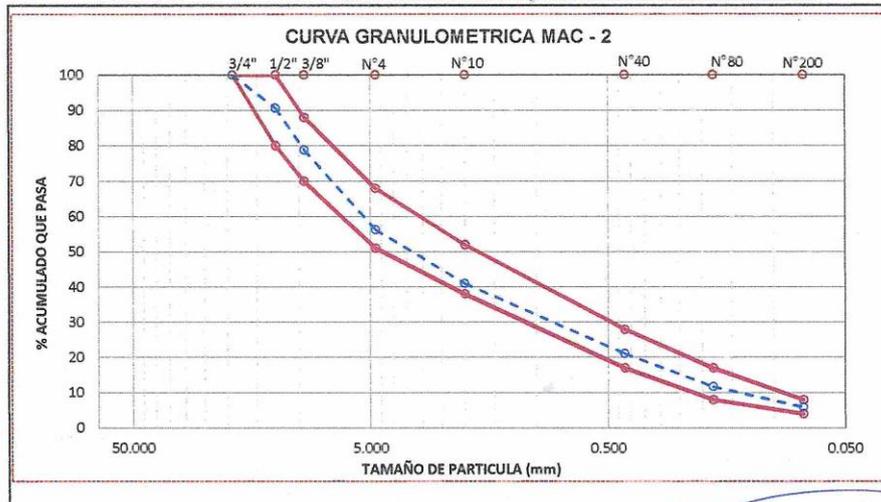
	AGREGADO FINO (%)	AGREGADO GRUESO (%)	FILLER (%)	TOTAL
ARENA NATURAL N°3/8"	20.00	PIEDRA CHANCADA 3/8"	0.00	100.00
ARENA CHANCADA N° 1/2"	44.00	PIEDRA CHANCADA 3/4"	35.00	
Sub Total	64.00	Sub Total	35.00	
			FILLER (CEMENTO)	1.00
				100.00



ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS	
NORMA: ASTM C 136 / MTC E 204	
OBRA	TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA RECICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO - MUÑANI, PUNO - 2022*
AUTOR	Br. RUELAS CHAMBI DANIRA,
DESCRIPCION	COMBINACION DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFALTICA
CONCEPTO	DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2
FECHA	ABRIL DEL 2022.
CEMENTO ASF	PEN 120/150
MUESTRA	35%P.CH. 1/2" + 20% A.NAT. 3/8" + 44% A.CH. 1/4" + 1%FILLER
LUGAR DE ENSAYO	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
PESO INICIAL:	1,000.00 gr.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
PESO MATERIAL SIN LAVAR	1000.00 gr.
PESO MATERIAL LAVADOR	940.00 gr.
TOTAL	80.00 gr.
CONTENIDO DE ASFALTO	6.38 %
% GRAVA	43.7 %
% ARENA	50.4 %
% PASANTE MALLA N°200	5.9 %

ABERTURA MALLA	AASHTO T-27(mm)	PESO RETENIDO PARCIAL	% PESO RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACIONES ASTM D9915	
						Min	Máx
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/4"	19.000	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
1/2"	12.500	88.0	9.4	9.4	90.6	80	100
3/8"	9.500	111.0	11.8	21.2	78.8	70	88
N° 4	4.750	212.0	22.6	43.7	56.3	51	68
N° 10	2.000	144.0	15.3	59.0	41.0	38	52
N° 40	0.425	187.0	19.9	78.9	21.1	17	28
N° 80	0.180	88.0	9.4	88.3	11.7	8	17
N° 200	0.075	55.0	5.9	94.1	5.9	4	8
< N° 200	FONDO	55.0	5.9	100.0	0.0		



**DISEÑO DE MEZCLA BITUMINOSA PARA CARPETA ASFALTICA**

RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS MARSHALL

INFORME DE CALIDAD

"ABRIL DEL 2022"

The image shows a blue ink signature over a circular stamp. The stamp contains the EMRAHI logo and the text 'LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO'. There is also some faint text below the signature, possibly a date or reference number.

DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA RICE							
NORMAS TÉCNICAS : MTC E 508, ASTM D - 2041, AASHTO T-209							
DATOS DE LA MUESTRA							
<b>OBRA</b> : TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA REICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO - MUÑANI, PUNO - 2022							
AUTOR : Br. RUELAS CHAMBI DANIRA,							
<b>DESCRIPCION</b> : COMBINACION DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFALTICA							
<b>CONCEPTO</b> : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2							
<b>FECHA</b> : ABRIL DEL 2022.							
<b>CEMENTO ASF</b> : PEN 120/150							
<b>MUESTRA</b> : 35%P.CH. 1/2" + 20% A.NAT. 3/8" + 44% A.CH. 1/4" + 1%FILLER							
<b>LUGAR DE ENSAYO</b> : LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS							
ITEM	ENSAYO	UND	1	2	3	4	5
1	CONTENIDO CEMENTO ASFALTICO	%	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
2	PESO DEL MATERIAL	gr	1210.4	1206.4	1209.1	1206.9	1207.3
3	PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	gr	10467.8	10467.8	10467.8	10467.8	10467.8
4	PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	gr	11678.2	11674.2	11676.9	11673.7	11675.1
5	PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	gr	11189.5	11183.2	11181.2	11170.0	11167.5
6	VOLUMEN DEL MATERIAL	cc	488.6	491.0	495.7	503.8	507.7
7	PESO ESPECIFICO MAXIMO	gr/cc	2.477	2.457	2.439	2.394	2.378
8	TEMPERATURA DE ENSAYO	°C	25	25	25	25	25
9	TIEMPO DE ENSAYO	MIN	30	30	20	20	20

**ENSAJO: RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL**  
NORMA: ASTM D 1559 / NYC E 804

**DATOS DE LA MUESTRA**

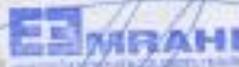
**OBRA:** TENDIÓ MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA CAPA ASFÁLTICA INCORPORANDO TELA GEOTÉXIL REFORZADA EN LA CARRETERA AZUAGUARDI - BUENOS AIRES - 2022  
**AUTOR:** IN. RUBÉN CHARRI GARRA  
**DESCRIPCIÓN:** COMBINACIÓN DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFÁLTICA  
**CONCEPTO:** DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC-2  
**FECHA:** MARZO DEL 2022  
**CEMENTO ASF:** PEM 120/150  
**MUESTRA:** 200x125x125 + 20% S.M.T. 30" + 40% S.M.T. 10" + 40% FILLER  
**LUGAR DE ENVÍO:** LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.C. S. 52

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNID.
PORCENTAJE DE CEMENTO ASFÁLTICO PEM 120/150	5.5	%
PORCENTAJE DE AGREGADO GRUESO	43.7	%
PORCENTAJE DE AGREGADO FINO	50.2	%
PORCENTAJE DE FILLER CEMENTITIO	1.59	%
TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO	30"	mm

ITEM	DESCRIPCIÓN	1A	2A	3A	PROBADA	ESPECIF.
1	% DE S.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		5.5		5.5	
2	% DE AGREGADO GRUESO (1/4" a 3/8") EN PESO DE LA MEZCLA		43.84			
3	% DE AGREGADO FINO (1/4" a 3/8") EN PESO DE LA MEZCLA		50.49			
4	% DE FILLER (ARIBO 90% PAGA Y 10% EN PESO DE LA MEZCLA)		2.66			
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO (APARENTE) (g/cm <sup>3</sup> )		1.514			
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (g/cm <sup>3</sup> )		2.762			
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-APARENTE (g/cm <sup>3</sup> )		2.664			
8	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK (g/cm <sup>3</sup> )		2.686			
9	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - APARENTE (g/cm <sup>3</sup> )		2.756			
10	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE (g/cm <sup>3</sup> )		2.286			
11	ALTIMA PROMEDIO DE LA BRQUETA (mm)	5.40	5.51	5.47		
12	PESO DE LA BRQUETA SECA EN EL AIRE (g)	1,275.41	1,258.57	1,266.95		
13	PESO DE LA BRQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (g)	1,271.41	1,255.89	1,263.72		
14	PESO DE LA BRQUETA EN EL AGUA (g)	664.17	679.99	670.25		
15	VOLUMEN DE LA BRQUETA (cm <sup>3</sup> )	527.49	536.70	525.47		
16	PESO UNITARIO DE LA BRQUETA (g/cm <sup>3</sup> )	2.598	2.389	2.395	2.396	
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (PICO) - ASTM D 2047 (g/cm <sup>3</sup> )		2.477			
18	MÁXIMA DENSIDAD TEÓRICA DE LOS AGREGADOS (g/cm <sup>3</sup> )		2.491			
19	PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE (%)	2.3	8.5	1.9	3.7	5-6
20	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )		2.719			
21	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )		2.739			
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL (g/cm <sup>3</sup> )		2.726			
23	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0.18			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		4.32			
25	PORCENTAJE DE VACÍOS EN AGREGADO MINERAL V.M.A. (%)	16.90	19.30	19.20	16.1	16% - 14
26	PORCENTAJE DE VACÍOS EN AGREGADO MINERAL V.M.A. (V.F.A.) (%)	81.2	58.5	58.4	86.7	85% - 88
27	FLUJO (mm)	2.00	2.00	2.00	2.0	2-4
28	ESTABILIDAD EN CORRIDOR (Kg)	1,100.3	1,099.0	1,099.0		
29	FACTOR DE ESTABILIDAD	0.95	0.95	0.95		
30	ESTABILIDAD CORREGIDA (Kg)	1020	1044	1048	1049	1050 - 1055
31	ESTABILIDAD - FLUJO (Kg/cm)	5200	5220	5228	5253	5150 - 4900

**CONDICIONES:**

- 1.- Agregado grueso: Piedra Chacabuco TMS 10", proveniente del Acopio Planta Chacabuco.
- 2.- Agregado fino: Arena Natural TMS 30" y Arena Chacabuco TMS 10", proveniente del Acopio Planta Chacabuco.
- 3.- Mezcla de los agregados:
  - 35.0% - Piedra Chacabuco TMS 10", proveniente del Acopio Planta Chacabuco
  - 44.0% - Arena Chacabuco TMS 10", proveniente del Acopio Planta Chacabuco
  - 20.0% - Arena Natural TMS 30", proveniente del Acopio Planta Chacabuco
  - 1.0% - Filler (Cemento)
- 4.- Se utilizó Cemento Asfáltico PEM 120/150, proveniente de Planta Córdoba.



*Rubén Charri Garra*  
Ingeniero Civil en Pavimentación  
Especialista en Mecánica de Suelos y Pavimentación  
12.12.2022

**ENSAYO: RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL  
NORMA: ASTM D 1559 / RTC E 584**
**DATOS DE LA MUESTRA**

OBJETIVO	TEST MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS DE LA CARRETA ASFALTICA INCORPORANDO TELA QUÍMICA REOCLADA EN LA CARRETERA AZUARD - MARIANA, PUERTO - 2027
AUTOR	B. KUELAS CHAVEZ OYVIRA
DESCRIPCION	COMBINACION DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFALTICA
CONCEPTO	DISÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-E
FECHA	ABRIL DEL 2022
CEMENTO EMP	PEM 120/100
MUESTRA	150x150x150 - 20% A.A.A.T - 20% A.A.A.T - 10% A.C.M. - 10% PULVER
LUGAR DE ENSAYO	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y ENSAYOS

S.C.A. 58

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNID
PORCENTAJE DE CEMENTO ASFALTICO PEM 120/100	5.5	%
PORCENTAJE DE AGREGADO GRUESO	40.7	%
PORCENTAJE DE AGREGADO FINO	59.3	%
PORCENTAJE DE PULVER (CEMENTO)	1.2	%
TAMANO MAXIMO DEL AGREGADO	20	mm

ITEM	DESCRIPCION	14	20	25	PROMEDIO	ESPECIF
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	5.5			5.5	
2	% DE AGREGADO GRUESO (%Y) EN PESO DE LA MEZCLA	40.7			40.7	
3	% DE AGREGADO FINO (%X) EN PESO DE LA MEZCLA	59.3			59.3	
4	% DE PULVER (CEMENTO) EN PESO DE LA MEZCLA	1.2			1.2	
5	PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFALTICO - APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	1.214			1.214	
6	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO-DUX (gr/cm <sup>3</sup> )	2.702			2.702	
7	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO-APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	2.894			2.894	
8	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO - B.A.X (gr/cm <sup>3</sup> )	2.880			2.880	
9	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO - APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	2.728			2.728	
10	PESO ESPECIFICO DEL PULVER - APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	2.280			2.280	
11	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIGUETA (mm)	9.21	9.88	9.40		
12	PESO DE LA BRIGUETA SECA EN EL AIRE (gr)	1,206.28	1,200.27	1,207.48		
13	PESO DE LA BRIGUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (gr)	1,207.41	1,210.80	1,209.61		
14	PESO DE LA BRIGUETA EN EL AGUA (gr)	888.88	888.77	888.88		
15	VOLUMEN DE LA BRIGUETA (cm <sup>3</sup> )	829.82	824.98	827.27		
16	PESO UNITARIO DE LA BRIGUETA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.318	2.308	2.312	2.311	
17	PESO ESPECIFICO NOMINAL (PICO) - ASTM D 991 (gr/cm <sup>3</sup> )	2.402			2.402	
18	NUMERO (CONCORDIA TECNICA DE LOS AGREGADOS) (gr/cm <sup>3</sup> )	2.473			2.473	
19	PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE (%)	9.7	8.2	8.8	8.8	9-8
20	PESO ESPECIFICO B.A.X DEL AGREGADO TOTAL (gr/cm <sup>3</sup> )	2.712			2.712	
21	PESO ESPECIFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL (gr/cm <sup>3</sup> )	2.739			2.739	
22	PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL (gr/cm <sup>3</sup> )	2.728			2.728	
23	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.18			0.18	
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	8.22			8.22	
25	PORCENTAJE DE VACIOS EN AGREGADO SERRAL V.M.A. (%)	18.88	18.00	18.88	18.7	MIN. 14
26	PORCENTAJE DE VACIOS LLENADOS CON C.A.S.F.A. (%)	46.2	47.2	46.3	46.2	MIN. 46
27	FLUIDO (mm)	2.30	2.30	2.30	2.3	2-4
28	ESTABILIDAD SIN COMPRESION (gr)	1,144.0	1,140.0	1,140.0		
29	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.00	1.00	1.00		
30	ESTABILIDAD COMPRESION (gr)	1194	1133	1140	1158	MIN. 810
31	ESTABILIDAD - FLUIDO (gr/cm <sup>3</sup> )	4874	4908	4877	4882	1700 - 4000

**COMENTARIOS:**

- 1- Agregado grueso: Piedra Chica de T.M 10", obtenido del Acopio de Piedra Chica de Azuara
- 2- Agregado fino: Arena Natural T.M 30" y Arena Chica de T.M 10", obtenido del Acopio Piedra Chica de Azuara
- 3- Método de los agregados:
  - 35.0% Piedra Chica de T.M 10", proveniente del Acopio Piedra Chica de Azuara
  - 44.0% Arena Chica de T.M 10", proveniente del Acopio Piedra Chica de Azuara
  - 20.0% Arena Natural T.M 30", proveniente del Acopio Piedra Chica de Azuara
  - 1.0% Pulver (Cemento)
- 4- Se usó Cemento Portland PEM 120/100, proveniente de Piedra Chica de Azuara

**ENSAYO: RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL  
NORMA: ASTM D 1559 / MTC 8 804**

**DATOS DE LA MUESTRA**

TIPO	TEST DE DESARROLLO DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE LA CARRETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA REICLADA EN LA CARRETERA AZUARD - BUENAS PUEBLO - 2022
AUTOR	DR. RUBEN CHAMBERAIN
DESCRIPCION	COMBINACION DE AGREGADOS FINA-MEDIA ASFALTICA
CONCEPTO	OBRO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MACIO
FECHA	ABRIL DEL 2022
CEMENTO ASF.	PERN 100150
MUESTRA	300x300x120 - 20% A APT 300 - 40% A 0/21 - 10% FILLER
LUGAR DE ENSAYO	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES

S. S. A. 82

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNID.
PORCENTAJE DE CEMENTO ASFALTICO PERN 100150	6.0	%
PORCENTAJE DE AGREGADO GRUESO	41.1	%
PORCENTAJE DE AGREGADO FINO	36.3	%
PORCENTAJE DE FILLER (CEMENTO)	1.6	%
TAMANO MAXIMO DEL AGREGADO	34	mm

ITEM	DESCRIPCION	1A	3A	5E	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% DE S.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		6.0		6.0	
2	% DE AGREGADO GRUESO (47.5) EN PESO DE LA MEZCLA		41.15			
3	% DE AGREGADO FINO (47.5) EN PESO DE LA MEZCLA		36.30			
4	% DE FILLER (ARREDO EN PESO TOTAL EN PESO DE LA MEZCLA)		1.55			
5	PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFALTICO - APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )		2.015			
6	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO-S&LX (gr/cm <sup>3</sup> )		2.382			
7	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO-APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )		2.624			
8	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO - S&LX (gr/cm <sup>3</sup> )		2.685			
9	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO - APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )		2.700			
10	PESO ESPECIFICO DEL FILLER - APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )		2.290			
11	ALTURA PROMEDIO DE LA BRUQUETA (mm)	6.55	6.55	6.55		
12	PESO DE LA BRUQUETA SECA EN EL AIRE (gr)	1,212.33	1,214.80	1,211.78		
13	PESO DE LA BRUQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (gr)	1,214.20	1,216.31	1,215.26		
14	PESO DE LA BRUQUETA EN EL AGUA (gr)	691.45	695.46	693.57		
15	VOLUMEN DE LA BRUQUETA (cm <sup>3</sup> )	52.60	51.95	52.44		
16	PESO LIMPIO DE LA BRUQUETA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.297	2.337	2.311	2.305	
17	PESO ESPECIFICO MUEBRO (MCE) - ASTM D 304 (gr/cm <sup>3</sup> )		2.486			
18	MAXIMA DENSIDAD TEORICA DE LOS AGREGADOS (gr/cm <sup>3</sup> )		2.454			
19	PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE (%)	4.6	4.2	5.2	4.7	3-8
20	PESO ESPECIFICO S&LX DEL AGREGADO TOTAL (gr/cm <sup>3</sup> )		2.713			
21	PESO ESPECIFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL (gr/cm <sup>3</sup> )		2.728			
22	PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL (gr/cm <sup>3</sup> )		2.728			
23	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0.16			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		5.81			
25	PORCENTAJE DE VACIOS EN AGREGADO MINERAL (VMA) (%)	15.80	16.20	16.10	16.0	MIN. 15
26	PORCENTAJE DE VACIOS LLENADOS CON C.A. (VFA) (%)	75.3	76.0	73.4	76.0	MIN. 65
27	FLUID (mm)	2.50	2.50	2.50	2.5	3-4
28	ESTABILIDAD EN CORREDAJ (kg)	1,020.0	1,115.0	1,030.0		
29	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.00	1.00	0.98		
30	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1120.0	1115.0	1075.0	1100	MIN. 900
31	ESTABILIDAD - FLUID (kg/cm)	4480	4480	4200	4400	1190-4000

**COMPOSICION:**

- 1- Agregado grueso: Piedra Chancada T&M 47, proveniente del Acopio Planta Chancadora
- 2- Agregado fino: Arena Natural T&M 30" y Arena Chancada T&M 10", proveniente del Acopio Planta Chancadora
- 3- Mezcla de los agregados:
  - 35.0% Piedra Chancada T&M 47, proveniente del Acopio Planta Chancadora
  - 42.0% Arena Chancada T&M 10", proveniente del Acopio Planta Chancadora
  - 20.0% Arena Natural T&M 30", proveniente del Acopio Planta Chancadora
  - 3.0% Filler (Cemento)
- 4- Se utilizó Cemento Asfáltico PERN 100150, proveniente de Planta Chancadora

**ENSAJO: RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO NORRA: ASTM D 1559 / MTC E 584**

**DATOS DE LA PRUEBA**

OBJETIVO	TESTE MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIMICA REFORZADA EN LA CARPETA ASFALTICA - MAÑANA, PUNTO - 2007
AUTOR	DR. INJENIERO CHAMBERA
DESCRIPCION	COMBINACION DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFALTICA
CONCRETO	TIPO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC 2
FECHA	ABRIL DEL 2008
COMBUSTIBLE	PKW 120/90
MUESTRA	300*120*120 + 20% A 500*120 + 40% A 600*120 + 10% FILLER
LUGAR DE ENSAYO	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

N.O.A. 58

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNO
PORCENTAJE DE CEMENTO ASFALTICO PKW 120/90	6.0	%
PORCENTAJE DE AGRREGADO GRUESO	40.0	%
PORCENTAJE DE AGRREGADO FINO	50.0	%
PORCENTAJE DE FILLER (CEMENTO)	1.0	%
TAMANO MAXIMO DEL AGRREGADO	3/4"	Polg

ITEM	DESCRIPCION	1A	2B	3C	PRIMARIO	SECUNDARIO
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6.0			4.0	
2	% DE AGRREGADO GRUESO (47.4) EN PESO DE LA MEZCLA	40.00				
3	% DE AGRREGADO FINO (49.6) EN PESO DE LA MEZCLA	50.00				
4	% DE FILLER (CEMENTO) EN PESO DE LA MEZCLA	1.00				
5	PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFALTICO - APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	1.014				
6	PESO ESPECIFICO DEL AGRREGADO GRUESO REAL (gr/cm <sup>3</sup> )	2.700				
7	PESO ESPECIFICO DEL AGRREGADO GRUESO APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	2.694				
8	PESO ESPECIFICO DEL AGRREGADO FINO - REAL (gr/cm <sup>3</sup> )	2.550				
9	PESO ESPECIFICO DEL AGRREGADO FINO - APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	2.700				
10	PESO ESPECIFICO DEL FILLER - APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	2.280				
11	ALTURA PROMEDIO DE LA BRQUETA (mm)	6.46	6.00	6.24	3.000	
12	PESO DE LA BRQUETA SECA EN EL AIRE (gr)	1,029.48	1,212.88	1,210.88		
13	PESO DE LA BRQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (gr)	1,211.27	1,210.87	1,210.20		
14	PESO DE LA BRQUETA EN EL AGUA (gr)	887.31	887.80	890.88		
15	VOLUMEN DE LA BRQUETA (mm <sup>3</sup> )	219.84	220.47	220.47		
16	PESO VOLUMEN DE LA BRQUETA (gr/mm <sup>3</sup> )	2.326	2.321	2.322		
17	PESO ESPECIFICO MAXIMO (PICO) - ASTM D 2922 (gr/cm <sup>3</sup> )	2.384				
18	NUMERO INDICADOR TEORICO DE LOS AGRREGADOS (gr/mm <sup>3</sup> )	2.458				
19	PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE (%)	3.9	3.9	3.9		
20	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGRREGADO TOTAL (gr/cm <sup>3</sup> )	2.719				
21	PESO ESPECIFICO APARENTE DEL AGRREGADO TOTAL (gr/cm <sup>3</sup> )	2.706				
22	PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGRREGADO TOTAL (gr/cm <sup>3</sup> )	2.739				
23	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGRREGADO TOTAL (%)	0.18				
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	6.20				
25	PORCENTAJE DE VACIOS EN AGRREGADO GENERAL V.M.A. (%)	19.29	19.29	19.29	18.1	MIN 14
26	PORCENTAJE DE VACIOS LLENADOS CON C.A. (V.F.A.) (%)	65.0	64.4	64.4	66.7	MIN 60
27	FLUIDO (mm)	0.06	0.06	0.06	0.0	2-4
28	ESTABILIDAD SIN CORRECCION (kg)	1,148.0	1,148.0	1,144.0	1147	MIN 916
29	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.00	1.00	1.00		
30	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1148	1148	1144		
31	ESTABILIDAD - FLUIDO (kg/mm)	3630	3630	3612	3629	1700 - 4000

**COMENTARIOS:**

- 1.- Agregado grueso: Piedra Chancada TMB 12", obtenido del Acopio de Piedra Chancadora
- 2.- Agregado fino: Arena Tamado TMB 30" y Arena Chancada TMB 10", obtenido del Acopio Piedra Chancadora
- 3.- Muestra de la siguiente forma:
  - 38.2% - Piedra Chancada TMB 12", proveniente del Acopio Piedra Chancadora
  - 44.2% - Arena Chancada TMB 10", proveniente del Acopio Piedra Chancadora
  - 30.0% - Arena Tamado TMB 30", proveniente del Acopio Piedra Chancadora
  - 1.0% - Filler (Cemento)
- 4.- Se utilizó Cemento Portland PKW 120/90, proveniente de Piedra Chancadora

**EMRAHI**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. *[Firma]*  
 Director General

**ENSAYO: RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL  
NORMA: ASTM D 1559 / MTC E 484**
**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>OBJETIVO</b>	ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DE LA CARRETERA ASFALTICA INCLUIDO EL DISEÑO MECANICO REVISADO EN LA CARRETERA AGRICOLA - MARIANA PUNO - 2027
<b>AUTOR</b>	DR. RUIRUA CHAVEZ DIAZ
<b>DESCRIPCION</b>	COMBINACION DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFALTICA
<b>CONCEPTO</b>	DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN COLANTE ABC-2
<b>FECHA</b>	NOVIEMBRE DEL 2022
<b>CEMENTO ASF.</b>	PEM 120190
<b>MUESTRA</b>	3000 CM 10" - 30x30x30 CM - 245 A.C.M. 147 - 15x15x15
<b>LUGAR DE ENSAYO</b>	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

N.C.E. 1.0

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
PORCENTAJE DE CEMENTO ASFALTICO PEM 120190	1.0	%
PORCENTAJE DE AGREGADO GRUESO	43.7	%
PORCENTAJE DE AGREGADO FINO	56.3	%
PORCENTAJE DE FILLER (CEMENTO)	1.0	%
TAMANO MAXIMO DE AGREGADO	3/4"	Pulg

ITEM	DESCRIPCION	LA	BA	BC	PROMEDIO	ESPECIF
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		1.0			1.0
2	% DE AGREGADO GRUESO (19" a) EN PESO DE LA MEZCLA		43.7			
3	% DE AGREGADO FINO (19" a) EN PESO DE LA MEZCLA		56.3			
4	% DE FILLER (MATERIAL PASA #200) EN PESO DE LA MEZCLA		1.0			
5	PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO ASFALTICO - APARENTES (gr/cm <sup>3</sup> )		1.614			
6	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (gr/cm <sup>3</sup> )		2.782			
7	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO-APARENTES (gr/cm <sup>3</sup> )		2.804			
8	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO - BULK (gr/cm <sup>3</sup> )		2.800			
9	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO - APARENTES (gr/cm <sup>3</sup> )		2.790			
10	PESO ESPECIFICO DEL FILLER - APARENTES (gr/cm <sup>3</sup> )		2.390			
11	ALTURA PROMEDIO DE LA BRQUETA (mm)	6.45	6.31	6.41		
12	PESO DE LA BRQUETA SECA EN EL AIRE (gr)	1,207.05	1,219.91	1,208.11		
13	PESO DE LA BRQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (gr)	1,208.05	1,211.45	1,209.75		
14	PESO DE LA BRQUETA EN EL AIRE (gr)	896.35	895.90	896.14		
15	VOLUMEN DE LA BRQUETA (cm <sup>3</sup> )	503.20	504.70	503.95		
16	PESO LITARIO DE LA BRQUETA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.311	2.387	2.275	2.311	
17	PESO ESPECIFICO MARIANO (ACE) - ASTM D 2941 (gr/cm <sup>3</sup> )		2.078			
18	MARIANO DENSIDAD TECNICA DE LOS AGREGADOS (gr/cm <sup>3</sup> )		2.417			
19	PORCENTAJE DE VACIOS DEL AIRE (%)	2.5	2.5	2.5	2.5	2-5
20	PESO ESPECIFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr/cm <sup>3</sup> )		2.714			
21	PESO ESPECIFICO APARENTES DEL AGREGADO TOTAL (gr/cm <sup>3</sup> )		2.739			
22	PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL (gr/cm <sup>3</sup> )		2.739			
23	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0.15			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		0.95			
25	PORCENTAJE DE VACIOS EN AGREGADO MARIN V.M.A. (%)	30.85	30.75	30.80	30.8	30% 34
26	PORCENTAJE DE VACIOS LLENADOS CON C.A. (V.F.A.) (%)	36.9	36.1	36.5	36.5	36% 35
27	FLUJO (mm)	4.00	4.00	4.00	4.0	2-4
28	ESTABILIDAD SIN CORRECCION (Kj)	1,182.0	1,175.0	1,178.2		
29	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.00	0.98	1.00		
30	ESTABILIDAD CORREGIDA (Kj)	1140	1123	1132	1132	1000 950
31	ESTABILIDAD - FLUJO (Kj/mm)	290	289	289	289	170 - 600

**COMENTARIOS:**

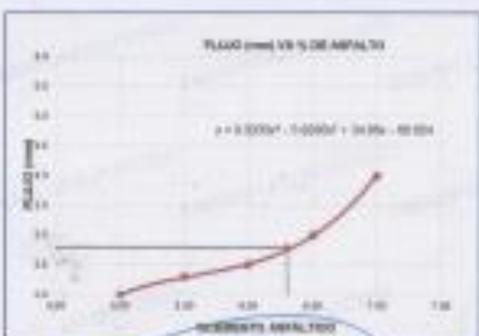
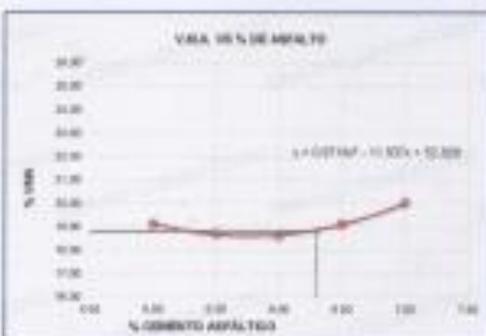
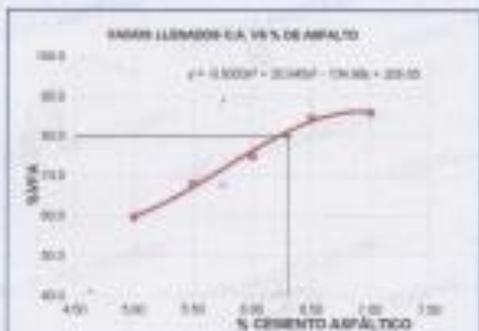
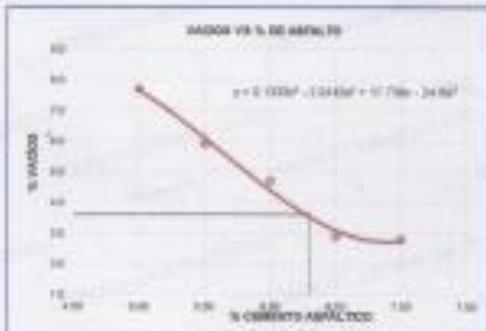
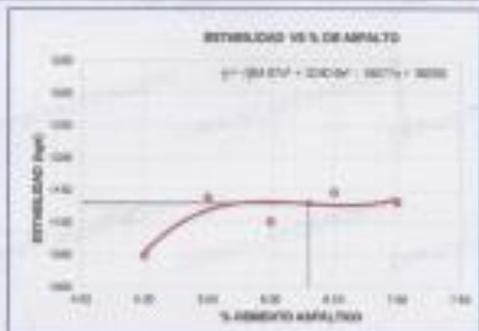
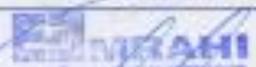
- 1- Agregado grueso Piedra Chacabuco TMB 10", obtenido del Acopio de Piedra Chacabuco.
- 2- Agregado fino Arena Natural TMB 30" y Arena Chacabuco TMB 14", obtenido del Acopio Piedra Chacabuco.
- 3- Mezcla de los agregados:
  - 35.0% Piedra Chacabuco TMB 10", proveniente del Acopio Piedra Chacabuco.
  - 44.0% Arena Chacabuco TMB 14", proveniente del Acopio Piedra Chacabuco.
  - 20.0% Arena Natural TMB 30", proveniente del Acopio Piedra Chacabuco.
  - 1.0% Filler (Cemento).
- 4- Se utilizó Cemento Portland PEM 120190, proveniente de Piedra Chacabuco.





**RESUMEN METODO MARSHALL (GRÁFICO) - MTC 204 - MTC 205 - MTC 206 Y MTC 207**

<b>OBJETIVO</b>	TESTE MEDICIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECANICAS DE LA CARRETA ASFALTICA INCORPORANDO YA SUPERFICIA REICLADA EN LA CARRETERA AZARADO - MUSAH, RUM - 3027
<b>ALCANCE</b>	SE PUEBLAS CHIBRO DAMPA
<b>DESCRIPCION</b>	COMBINACION DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFALTICA
<b>CONCEPTO</b>	TIPO DE MEZCLA ASFALTICA EN OLIVERO MAS E
<b>FECHA</b>	18/04/2023
<b>PROYECTO DE</b>	PM 100/00
<b>MUESTRA</b>	305P (2) 12 + 205 A.M.T. 307 + M.S.L.C.H. 017 + INFILLER
<b>USAR (E. DISEÑO)</b>	1.000M (200) MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES

*Emrah Sahin*  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**RESUMEN DE DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE - MAC 2**

OBRA: TESIS MELAJAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECANICAS DE LA CAPETA ASFÁLTICA INCORPORADO TELA QUÍMICA RECUBRIDA EN LA CARBONERA-KONIGARD - MARQUE PUÑO - ZC  
 AUTOR: DR. RUELAS OSWALD DANIELA  
 DESCRIPCIÓN: COMBINACIÓN DE AGREGADOS PARA MEZCLA ASFÁLTICA  
 CONCEPTO: DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE MAC-2  
 FECHA: 4884.161.2023  
 CEMENTO ASFALTO: PEN 120/130  
 MUESTRA: 25MP.2H.12" + 20% A.MAT. 30" + 40% A.C.H. 14" + INTRILLOS  
 LOGO DE BARRIO: LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

APLICACIÓN: CARPETA ASFÁLTICA

APPL. DEL ZC/O	% PIEDRANTE ACUMULADO										PER (20-75) (%)	ESTABLES (300")	FLUJO (300")	VALORES DE APPE (SL)	V.H.A. (%)	ESTABLES/PILUJO (g/gama)	SEDE (g/m <sup>3</sup> )	PESO UNIFICADO (g/m <sup>3</sup> )	
	3/4"	1 1/2"	2 1/2"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 3/4"	2"									
GRANULOMETRÍA 1	100.0	90.6	78.8	58.1	41.0	21.1	11.7	6.8			8.3	1146'	3.00	2.9	18.1	3024	2.08	2.223	
MARSHALL 1 - GRAFICO																			

CANTIDAD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SUMA																			
PROCESADO	100.0	98.1	78.8	58.1	41.9	21.1	11.7	6.8			8.3	1147	3.06	3	18.1	3024	2.08	2.223	
VALOR MÁXIMO																			
VALOR MÍNIMO																			
SEGN. 3318ACAR																			
CÓDIFIC. VARIACIÓN																			

CUMPLIMIENTO ESPECIFIC. TÉCNICAS	100	95	75	51	38	17	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
VALOR MIN.																			
VALOR MAX.	100	100	95	85	52	28	17	8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
CONDICIÓN	CUMPLE																		



MRAHI LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Oswaldo Danial Ruelas  
 Ing. Ruelas Oswald Daniela  
 Ing. Ruelas Oswald Daniela  
 07/10/2023

**DISEÑO DE MEZCLA BITUMINOSA PARA CARPETA ASFALTICA**

ENSAYOS DE LOS AGREGADOS

DISEÑO INFORME DE CALIDAD.

"ABRIL DEL 2022"

  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
ESPECIALIDAD EN DISEÑO DE CALIDAD  
R. 100836

### EFECTO HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFALTICAS

ASTM - 4867

#### DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

OBRA : TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA RECICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO - MUÑANI, PUNO - 2022<sup>o</sup>  
 AUTOR Br. DANIRA RUELAS CHAMBI

DESCRIPCION : COMBINADO DE AGREGADOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA

CONCEPTO : DISEÑO MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC- 2

FECHA : ABRIL DEL 2002

CEMENTO ASFAL : PEN 120/150

MUESTRA : 35% P.CH. + 20 % A. NAT. 3/8 + 44 % A.CH. +

#### RESISTENCIA CONSERVADA A LA PRUEBA DE TRACCION DIRECTA

METODO DE COMPACTACION ASTM D - 1559			TELA QUIRURGICA : 0.40 %			DOSAJE % 0.40 %		
ENSAYO			CONDICIONES HUMEDA 60° C			CONDICIONES SECA 50° C		
			1	2	6	3	4	5
DIAMETRO	O	cm	10.11	10.17	10.15	10.10	10.10	10.11
ESPESOR (ALTURA)	t	cm	6.83	6.97	6.90	6.95	6.95	7.05
PESO DE LA MUESTRA SECA AL AIRE	A	Gr	1,199.2	1,213.4	1,207.4	1,208.9	1,205.9	1,213.4
SSD DE LA MUESTRA ( 10 MINUTOS )	S	Gr	1,200.4	1,214.8	1,209.5	1,211.5	1,207.0	1,215.0
PESO DE LA MUESTRA AL AGUA ( SUM )	C	Gr	849.7	857.3	855.3	853.4	852.2	855.7
VOLUMEN	E	c.c.	550.7	55.7	554.2	558.1	554.8	559.3
P. E. BULK DE LA MUESTRA	F	Gr / c.c.	2.178	2.177	2.179	2.166	2.174	2.169
ASTM D - 2041	G	Gr / c.c.	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32	2.32
VACIOS	H	%	6.00	6.10	6.00	6.50	6.20	6.40
VOLUMEN DE VACIOS	I	c.c.	33.13	33.81	33.10	36.35	34.34	35.61
CARGA	P	kg				589	589	589
<b>SATURACION : 10 MINUTOS</b>			MUESTRA SATURADA EN VACIO					
SSD DE LA MUESTRA ( 10 MINUTOS )	B"	Gr	1,227.90	1,241.70	1,235.90			
PESO DE LA MUESTRA AL AGUA	C"	Gr	675.80	679.90	680.20			
VOLUMEN DE LA MUESTRA	E"	c.c.	552.10	561.80	555.70			
VOL. DEL AGUA DE ABSORCION	J"	c.c.	28.70	28.30	28.50			
SATURACION : 10 MINUTOS		%	86.60	83.70	86.10			
HINCHAMIENTO		%	0.30	0.80	0.30			
<b>CONDICION DE SATURACION POR 24 HORAS A 60° C EN AGUA</b>								
ESPESOR	t"	cm.	6.90	6.98	6.91			
SSD DE LA MUESTRA	B"	Gr.	1,232.80	1,246.30	1,243.60			
PESO DE LA MUESTRA EN EL AGUA	C"	Gr.	681.10	686.00	685.50			
VOLUMEN	E"	c.c.	551.70	560.30	557.80			
VOL. DEL AGUA DE ABSORCION	J"	c.c.	33.60	32.90	36.20			
SATURACION : 10 MINUTOS		%	101.40	97.30	109.40			
HINCHAMIENTO		%	0.18	0.50	0.65			
CARGA DE TRACCION	p"	kg	423.00	456.00	490.00			
RESISTENCIA SECA 2P / t" DPI	S td	Kg/Cm3				5.34	5.34	5.26
RESISTENCIA HUMEDA 2P / t" DP i	S tm	Kg/Cm3	3.86	4.09	4.45			
TSR 100 S tm / S td	TSR	%				72	77	85
PROMEDIO	TSR	%				78.00		

Observación:



Ing. Ricardo Aroqui Acero  
 EXPEDIENTE DE REGISTRO Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIR. 109836

**INMERSION - COMPRESION ( MTC E - 518 )**

**OBRA :** TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICAS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA RECICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO - MUÑANI, PUNO - 2022\*  
**AUTOR Br. DANIRA RUELAS CHAMBI**  
**DESCRIPCION :** COMBINADO DE AGREGADOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA  
**CONCEPTO :** DISEÑO MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC- 2  
**FECHA :** ABRIL DEL 2002  
**CEMENTO ASFALTIC :** PEN 120/150  
**MUESTRA :** 35% P.CH. + 20 % A. NAT. 3/8 + 44 % A.CH. + 1 % FILLER

**INMERSION - COMPRESION ( MTC E - 518 )**

N° DE MUESTRAS	GRUPO N° R 1 a 25° C				GRUPO N° R 2 a 60° C				
	1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio	
Diametro de la Briqueta	cm	9.65	9.66	9.67		9.61	9.65	9.62	
Altura de la Briqueta	cm	10.23	10.55	10.74		10.79	10.37	10.42	
Peso de la Briqueta al Aire	Gr	1,673.9	1,682.9	1,721.0		1,714.3	1,557.0	1,667.4	
Peso de la Briqueta Sat. Superf. Seca	Gr	1,676.2	1,684.7	1,723.6		1,716.5	1,558.3	1,669.5	
Peso por Desplazamiento	Gr	930.2	929.7	952.7		947.5	860.9	923.2	
Volumen de la Briqueta	Gr	746.0	752.7	767.9		769.0	697.4	746.3	
Peso Unitario (MTC - e 514 - 2000)	Gr / c	2.240	2.236	2.241	<b>2.239</b>	2.229	2.233	2.234	<b>2.232</b>
Resistencia a la Compresion	Gr / c	2,590.0	2,593.0	2,588.0	<b>2,590</b>	2,207	2,212	2,206	<b>2,208</b>
Area Seccion Transversal		73.14	73.29	73.44	<b>73.29</b>	72.53	73.14	72.68	<b>72.78</b>
- Carga de compactacion									
- Sumergidas 24 Horas a 60°C									
- 2 Horas a T° Ambiente 30° C									
- Sumergidas 2 Horas a 25°C									
<b>OBSERVACIONES</b>									
<b>RESISTENCIA RETENIDA, % (R2/R1)*100</b>		<b>RESULTADO =</b>		<b>85.30%</b>					
GRUPO N° R 1 a 25° C		73.29	35.34	3.46	3.5				
GRUPO N° R 2 a 60° C		72.78	30.34	2.97	3.0				

**EXTRACCION CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLA PARA PAVIMENTOS**

MTC E-502 ASTM D-2172 - AASHTO T-164

**DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE**

TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICAS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA REICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO - MUÑANI, PUNO - 2022

OBRA : AUTOR Br. DANIRA RUELAS CHAMBI  
 DESCRIPCION : COMBINADO DE AGREGADOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA  
 CONCEPTO : DISEÑO MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC- 2  
 FECHA : ABRIL DEL 2002  
 CEMENTO ASFALTIC : PEN 120/150  
 MUESTRA : 35% P.CH. + 20 % A. NAT. 3/8 + 44 % A.CH. + 1 % FILLER

**DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA FISICA**

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pesa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso Inicial : 1422.2 Grs
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						Grava : 35.51 %
1"	25.000						Arena : 60.27 %
3/4"	19.000				100.00	100 - 100	Fino : 4.22 %
1/2"	12.500	152.00	10.69	10.69	89.31	80 - 100	
3/8"	9.500	143.00	10.05	20.74	79.26	70 - 88	
No.04	4.750	210.00	14.77	35.51	64.49	51 - 68	PIEDRA CHANCADA 3/4" 32.73 %
No.10	2.000	280.00	19.69	55.20	44.80	38 - 52	ARENA CHANCADA 41.14 %
No.40	0.425	310.00	21.80	76.99	23.01	17 - 28	ARENA ZARANDEADA 18.70 %
No.80	0.180	176.20	12.39	89.38	10.62	8 - 17	FILLER 0.94 %
No.200	0.075	91.00	6.40	95.78	4.22	4 - 8	
<No.200		60.00	4.22	100.00			PEN 120 - 150 6.5 %
							100.0

**REPRESENTACION GRAFICA  
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



**EXTRACCION CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLA PARA PAVIMENTOS**

MTC E - 502 ASTM D - 2172 - AASHTO T - 164

**DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE**

OBRA : TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICOS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA REICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO - MUÑANI, PUNO - 2022  
 : AUTOR Br. DANIRA RUELAS CHAMBI  
 DESCRIPCION : COMBINADO DE AGREGADOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA  
 CONCEPTO : DISEÑO MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC- 2  
 FECHA : ABRIL DEL 2002  
 CEMENTO ASFALTIC : PEN 120/150  
 MUESTRA : 35% P.CH. + 20 % A. NAT. 3/8 + 44 % A.CH. + 1 % FILLER

**LAVADO DE MEZCLA ASFALTICA EN PLANTA**

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						P. M. SIN LAVAR : 1360.0 Grs
2 1/2"	63.000						P. M. LAVADO : 1272.0 Grs
2"	50.000						88.00
1 1/2"	37.500						
1"	25.000						Peso Inicial Filtro : 35.60 Grs
3/4"	19.000				100.00	100 - 100	Peso Final del Filtro : 37.70 Grs
1/2"	12.500	130.00	10.22	10.22	89.78	80 - 100	Peso del Filler en el : 2.10 Grs
3/8"	9.500	135.00	10.61	20.83	79.17	70 - 88	
No.04	4.750	198.00	15.57	36.40	63.60	51 - 68	CONTENIDO DE ASFALTO 6.47 %
No.10	2.000	250.00	19.65	56.05	43.95	38 - 52	RELACION POLVO ASFALTIC 0.87
No.40	0.425	268.00	21.07	77.12	22.88	17 - 28	
No.80	0.180	151.00	11.87	88.99	11.01	8 - 17	
No.200	0.075	88.00	6.92	95.91	4.09	4 - 8	
<No.200		52.00	4.09	100.00			
		1,272.00					

**REPRESENTACION GRAFICA  
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**



### ENSAYO DE DURABILIDAD

(ASTM C-88)

**OBRA** : TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICOS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA  
 : INCORPORADO TELA QUIRURGICA RECICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO -

**DESCRIP** : AUTOR Br. DANIRA RUELAS CHAMBI

**CONCEPT** : COMBINADO DE AGREGADOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA

**FECHA** : DISEÑO MESCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC- 2

**CEMENTO** : ABRIL DEL 2002

**MUESTRA** : PEN 120/150

: 35% P.CH. + 20 % A. NAT. 3/8 + 44 % A.CH. + 1 % FILL

### ENSAYO DE DURABILIDAD

(ASTM C-88)

N°	HORA INICIO	FECHA INICIO	FECHA FINAL	HORAS DE INMERSION	HORA ESCURRIDO	HORA SECADO	CICLOS	SOLUCION SULFATO MAGNESIO	
								DENSIDAD	TEMP °C
1	03:00:00 p.m.	15/04/2022	16/04/2022	18	10:00:00 a.m.	11:00:00 a.m.	0	1.3	28
2	03:00:00 p.m.	16/04/2022	17/04/2022	18	10:00:00 a.m.	11:00:00 a.m.	1	1.3	28
3	03:00:00 p.m.	17/04/2022	18/04/2022	18	10:00:00 a.m.	11:00:00 a.m.	2	1.3	28
4	03:00:00 p.m.	18/04/2022	19/04/2022	18	10:00:00 a.m.	11:00:00 a.m.	3	1.29	28
5	03:00:00 p.m.	19/04/2022	20/04/2022	18	10:00:00 a.m.	11:00:00 a.m.	4	1.29	29
6	03:00:00 p.m.	20/04/2022	21/04/2022	18	10:00:00 a.m.	11:00:00 a.m.	5	1.29	28

### AGREGADO GRUESO

ENSAYO DE DURABILIDAD EN SOLUCIONES DE S04.Mg ( 5 CICLOS )

Tamaño del Agregado		Escalonada la Muestra Original	Peso de las Fracciones antes Del Ensayo	(% Perdida después ensayo	(% Perdida Corregida
Pasa Tamiz	Retenido T.				
1 1/2"	1				
1	3/4"				
3/4"	1/2"	40.0	524	4.84	1.94
1/2"	3/8"	55.0	624	6.72	3.70
3/8"	N°4	5.0	680	7.81	0.39
Totales		100.0	1828	0.00	6.02
observaciones		#REF!			



**EMRAHI**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. DANIRA RUELAS CHAMBI  
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS								
MTC E 207; ASTM C 131 y ASTM C 535; NTP 400.019 o 400.020; AASHTO T 96								
<b>OBRA</b>		TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICAS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA RECICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO - AUTOR Br. DANIRA RUELAS CHAMBI						
<b>DESCRIPCION</b>		COMBINADO DE AGREGADOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA						
<b>CONCEPTO</b>		DISEÑO MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC- 2						
<b>FECHA</b>		ABRIL DEL 2002						
<b>CEMENTO AS PEN</b>		120/150						
<b>MUESTRA</b>		35% P.CH. + 20 % A. NAT. 3/8 + 44 % A.CH. + 1 % FILLER						
Tamaño del Agregado		MÉTODO " F "						
Pasa Tamiz	Retenido T.	1	2	3	4	5	6	7
3"	2 1/2"							
2 1/2"	2"							
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"	1250.00						
1"	3/4"	1252.00						
3/4"	1/2"	1252.50						
1/2"	3/8"	1252.80						
3/8"	1/4"							
1/4"	Nº4							
Nº4	Nº8							
<b>Número de Esferas</b>		12						
<b>Carga Abrasiva (gr)</b>		5000						
<b>Número de Vueltas</b>		500						
<b>(A) Peso muestra Ensayado (gr)</b>		5007.3						
<b>(B) Peso Retenido Malla Nº12</b>		3820						
<b>% Desgaste (A-B)/A x100</b>		23.7						
<b>% Desgaste Final</b>		23.7 %						
<b>% de Resistencia</b>		76.3 %						
<b>Determinación del Método de Abrasión</b>								
Tamaño del Agregado		MÉTODO						
Pasa Tamiz	Retenido T.	A	B	C	D	E	F	G
3"	2 1/2"					2500±10		
2 1/2"	2"					2500±10		
2"	1 1/2"					5000±10	5000±50	
1 1/2"	1"	1250±25					5000±25	5000±25
1"	3/4"	1250±25						5000±25
3/4"	1/2"	1250±10	2500±10					
1/2"	3/8"	1250±10	2500±10					
3/8"	1/4"			2500±10				
1/4"	Nº4			2500±10				
Nº4	Nº8				5000±10			
<b>Muestra Total Ensayado (gr)</b>		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10	10000±100	10000±75	10000±50
<b>Número de Esferas</b>		12	11	8	6	12	12	12
<b>Carga Abrasiva (gr)</b>		5000±25	4504 ± 25	3330 ± 20	2500 ± 15	5000±24	5000±25	5000±25
<b>Número de Vueltas</b>		500	500	500	500	1000	1000	1000



<b>ENSAYO DE ADHERENCIA</b>	
<small>(MTC - E 521 - ASTM D - 3625)</small>	
OBRA	TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICOS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA RECICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO -
	AUTOR Br. DANIRA RUELAS CHAMBI
DESCRIPCION	COMBINADO DE AGREGADOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA
CONCEPTO	DISEÑO MESCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC- 2
FECHA	ABRIL DEL 2002
CEMENTO ASFALTICO	PEN 120/150
MUESTRA	35% P.CH. + 20 % A. NAT. 3/8 + 44 % A.CH. + 1 % FILLER
<b>ENSAYO DE ADHERENCIA</b>	
<small>(MTC - E 521 - ASTM D - 3625)</small>	
<b>ENSAYO DE ADHERENCIA - PIEDRA</b>	
<b>REVESTIMIENTO Y DESPRENDIMIENTO</b>	
<b>NORMA DIN MATERIAL SIN LAVAR</b>	
<b>% DE REVESTIMIENTO</b>	<b>DESPRENDIMIENTO % RETENIDO</b>
100.00	> 95

  
**EMRAHI**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
**Inés Inés Arce Acero**  
INGENIERA DE PROFESION EN INGENIERIA CIVIL, ESPECIALIDAD EN CONTROL DE CALIDAD  
CIP. 205925

<b>INDICE DE DURABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO</b>	
NORMA MTC E 214	
<b>OBRA</b>	TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA RECICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO -
	AUTOR Br. DANIRA RUELAS CHAMBI.
<b>DESCRIPCION</b>	COMBINADO DE AGREGADOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA
<b>CONCEPTO</b>	DISEÑO MESCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC- 2
<b>FECHA</b>	ABRIL DEL 2002
<b>CEMENTO ASFAI</b>	PEN 120/150
<b>MUESTRA</b>	35% P.CH. + 20 % A. NAT. 3/8 + 44 % A.CH. + 1 % FILLER
<b>INDICE DE DURABILIDAD DEL AGREGADO GRUESO</b>	
NORMA MTC E 214	

TAMAÑO DE LAS MALLA QUE PASA	Nº 3/4
PESO (Gr)	500
AGITACION DE LA MUESTRA	10 Min
CONTENIDO DE AGUA DESTILADA (ml)	1000

DESCRIPCION	IDENTIFICACION			
	1	2		promedio
Nº DE ENSAYO				
1.- Hora de Entrada a saturacion	8:19	8:21		
2.- Hora de Salida de Saturacion (10°)	8:29	8:31		
3.- Hora de Entrada a Decantacion	8:31	8:33		
4.- Hora de Salida de Decantacion ( mas 20°)	8:51	8:53		
5.- Lectura del Material	6.00	5.50		
6.- Lectura de la arena	4.40	4.00		
7.- Indice de Durabilidad	73.33	72.73		
Promedio (%)	73.03			
* Indice de Durabilidad Promedio es :	26.97 %			
OBSERVACIONES				

  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Aroni Acero  
 ESPECIALISTA EN CALIDAD Y CONTROL DE CALIDAD  
 C.R.P. 109836

**DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS ALARGADAS**

(ASTM D 4751)

OBRA : TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICAS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA RECICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO -  
 : AUTOR Br. DANIRA RUELAS CHAMBI  
 DESCRIPCION : COMBINADO DE AGREGADOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA  
 CONCEPTO : DISEÑO MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC- 2  
 FECHA : ABRIL DEL 2002  
 CEMENTO ASFALTICO : PEN 120/150  
 MUESTRA : 35% P.CH. + 20 % A. NAT. 3/8 + 44 % A.CH. + 1 % FILLER

**DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS ALARGADAS**

(ASTM D 4751)

**PARTICULA DE CHATA ALARGADA**

TAMAÑO DE MALLAS		(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
PASA	RETIENE	GRAMOS	GRAMOS	B/A*100	%	C/D
1"	19,0 mm ( 3/4")					
19.0 mm ( 3/4")	12,7 mm( 1/2")	1,200.00	29.50	2.46	12.4	30.5
12.7mm(1/2")	9.5mm(3/8")	500.00	56.70	11.34	42.0	476.3
9.5mm(3/8")	4.750 mm(Nº 4)	100.00	6.80	6.80	45.6	309.9
TOTAL		1,800.0	93.00		100.00	816.7

% PARTICULAS DE CHATAS ALARGADA	TOTAL E	8.78
	TOTAL (B)	%

**EMRAHI**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. DANIRA RUELAS CHAMBI  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**DETERMINACION DE CARAS FRACTURADAS**

NORMA ASTM D 5821 MTC E 210

OBRA: TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICOS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA REICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO -  
 AUTOR: Br. DANIRA RUELAS CHAMBI  
 DESCRIPCION: COMBINADO DE AGREGADOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA  
 CONCEPTO: DISEÑO MESCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC- 2  
 FECHA: ABRIL DEL 2002  
 CEMENTO ASFA PEN 120/150  
 MUESTRA: 35% P.CH. + 20 % A. NAT. 3/8 + 44 % A.CH. + 1 % FILLER

**DETERMINACION DE CARAS FRACTURADAS**

NORMA ASTM D 5821 MTC E 210

**CON UNA CARA FRACTURADAS**

TAMICES		A MUESTRA	B RETENIDO	C % Pasa	D g	E g	F (D/E)*100	G F <sup>2</sup> B
2"	1 1/2"	-						
1 1/2"	1"				2000.00			
1"	3/4"			100.0	1500.00			
3/4"	1/2"	867.00	25.90	74.1	1200.00	1198.00	99.83	2585.60
1/2"	3/8"	2483.70	74.10	0.0	300.00	299.00	99.67	7385.55
<b>TOTAL</b>		<b>3350.70</b>			<b>5000.00</b>	<b>1497.00</b>		<b>9971.14</b>

OBSERVACIONES  
 % Con Una Cara Fracturadas Total E / Total (b) = 99.70

**CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS**

TAMICES		A MUESTRA	B RETENIDO	C % Pasa	D g	E g	F (D/E)*100	G F <sup>2</sup> B
2"	1 1/2"	-						
1 1/2"	1"				2000.00			
1"	3/4"			100.0	1500.00			
3/4"	1/2"	867.00	25.90	74.1	1200.00	1194.00	99.50	2577.05
1/2"	3/8"	2483.70	74.10	0.0	300.00	296.50	98.83	7323.30
<b>TOTAL</b>		<b>3350.70</b>			<b>5000.00</b>			<b>9900.35</b>

OBSERVACIONES  
 % Con 2 o mas Caras Fracturadas Total E / Total (b) = 99.00

**EMRAHI**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Aroni Acero  
 ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 209037

**SALES SOLUBLES TOTALES**  
(ASTM D 1888, MTC E 219-2000)

**OBRA** : TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICAS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA  
: INCORPORADO TELA QUIRURGICA RECICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO -

**AUTOR** : Br. DANIRA RUELAS CHAMBI

**DESCRIPCION** : COMBINADO DE AGREGADOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA

**CONCEPTO** : DISEÑO MESCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC- 2

**FECHA** : ABRIL DEL 2002

**CEMENTO ASFA** : PEN 120/150

**MUESTRA** : 35% P.CH. + 20 % A. NAT. 3/8 + 44 % A.CH. + 1 % FILLER

**SALES SOLUBLES TOTALES**  
(ASTM D 1888, MTC E 219-2000)

ENSAYO N°	1		
A. PESO DE LA MUESTRA SECO INICIAL	755.2		
B. PESO DE MATRAZ AFORADO Y ENVASADO	759.6		
C. PESO DE ALICUOTA DE LA MUESTRA HOMOGENETIZADA	793.4		
D. PESO DE CRISTALES DE LA ALICUOTA	1.68		
E. A x C	599175.68		
F. D x B	1276.13		
G. (A x C)/(D x B)	469.53		

PORCENTAJE DE SALES SOLUBLES :  $\frac{1}{C \times A} \times 100$   
 $\frac{D \times B}{C \times A}$

PORCENTAJE DE SALES SOLUBLES :  $\frac{1}{470} \times 100$   
 470

**CONTENIDO DE SALES SOLUBLES :** **0.21 %**

  
**EMRAHI**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Aroni Acero  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 409836

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO					
MTS E 208; ASTM C 127; AASHTO T 85					
Obra	TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICOS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA REICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO - AUTOR Br. DANIRA RUELAS CHAMBI				
DESCRIPCION	COMBINADO DE AGREGADOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA				
CONCEPTO	DISEÑO MESCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC- 2				
FECHA	: 1 ABRIL DEL 2002				
CEMENTO	: P PEN 120/150				
MUESTRA	: F 35% P.CH. + 20 % A. NAT. 3/6 + 44 % A.CH. + 1 % FILLER				
GRAVA (PIEDRA CHANCADA DE 1/2")					
	IDENTIFICACIÓN		1	2	
A	PESO MAT.SAT.SUP.SECA (EN AIRE)	gr.	413.0	755.0	
B	PESO MAT.SAT.SUP.SECA (EN AGUA)	gr.	283.6	461.5	
C	VOL. DE MASA+VOL. DE VACIOS = A-B	cm. <sup>3</sup>	149.4	273.5	
D	PESO MAT. SECO EN ESTUFA 105°C	gr.	410.0	748.0	
E	VOL. DE MASA =C-(A-D)	cm. <sup>3</sup>	146.4	266.5	
	Pe BULK (BASE SECA) = D/C	gr/cm <sup>3</sup>	2.744	2.735	2.740
	Pe BULK (BASE SATURADA) = A/C	gr/cm <sup>3</sup>	2.764	2.761	2.762
	Pe APARENTE (BASE SECA) =D/E	gr/cm <sup>3</sup>	2.801	2.807	2.804
	% DE ABSORCIÓN = ((A-D)/D)*100	%	0.732	0.936	0.834
	% DE POROSIDAD = ((A-D)/E)*100	%	2.049	2.627	2.338
CONTENIDO DE HUMEDAD					
MTC E 108; ASTM D 2216; NTP 339.127					
N° de Ensayo	Unidad	01	02		
Peso Tara + Muestra Humedo	gr.	132.0	143.0		
Peso Tara + Muestra Seco	gr.	129.0	140.0		
Peso Tara	gr.	0.0	0.0		
Peso del Agua	gr.	3.00	3.00		
Peso Muestra Seco	gr.	129.00	140.00		
Porcentaje de Humedad	%	2.33	2.14		
PROMEDIO	%	2.24			

Official stamp of EMRAHI LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO. The stamp includes the text 'LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO' and 'CALLE 108 N° 108'. A handwritten signature is written over the stamp.

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
(ASTM D 2216)

OBRA	TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICOS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA RECICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO -
AUTOR	Br. DANIRA RUELAS CHAMBI
MUESTRA	COMBINADO DE AGREGADOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA
UBICACIÓN	DISEÑO MESCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC- 2
SOLICITA	ABRIL DEL 2002
FECHA	PEN 120/150
MUESTRA	35% P.CH. + 20 % A. NAT. 3/8 + 44 % A.CH. + 1 % FILLER

**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
(ASTM D 2216)

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				
RECIPiente N°		1	2	3
PESO SUELO HUMEDO + TARA	(gr)	273.0	226.0	202.0
PESO SUELO SECO + TARA	(gr)	267.0	221.5	198.0
PESO DEL AGUA	(gr)	6.0	4.5	4.0
PESO DEL RECIPIENTE	(gr)	0.0	0.0	0.0
PESO DEL SUELO SECO	(gr)	267.0	221.5	198.0
CONTENIDO HUMEDAD	(%)	2.247	2.032	2.020

OBSERVACIONES MUESTRA TRAJIDA POR EL SOLICITANTE

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD **2.10 %**

  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Aroni Acero  
 ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD  
 CITA 109556

EQUIVALENTE DE ARENA, SUELOS FINOS				
MTC E 114, ASTM D 2419, AASHTO T 176				
<b>Obra</b>	TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA RECICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO -			
	AUTOR Br. DANIRA RUELAS CHAMBI			
<b>DESCRIPCION</b>	COMBINADO DE AGREGADOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA			
<b>CONCEPTO</b>	DISEÑO MESCCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC- 2			
<b>FECHA</b>	ABRIL DEL 2002			
<b>CEMENTO ASFALT</b>	PEN 120/150			
<b>MUESTRA</b>	35% P.CH. + 20 % A. NAT. 3/8 + 44 % A.CH. + 1 % FILLER			
MUESTRA		01	02	03
Hora de entrada	t.	10.15	10.17	10.19
Hora de Salida	t1 = t+10 min±1min.	10.25	10.27	10.29
Hora de Entrada	t2 = t1+tx min.	10.27	10.29	10.31
Hora de Salida	t3 = t2+20 min±15seg.	10.47	10.49	10.51
Altura de Nivel Material Fino (A)	ml.	3.5	3.5	3.6
Altura de Nivel Arena (B)	ml.	2.6	2.5	2.7
Equivalente de Arena (B / A x 100)	ml.	74.29	71.43	75.00
<b>EQUIVALENTE DE ARENA PROMEDIO:</b>			74 %	
<b>Observaciones</b>				
tx : corresponde al tiempo de agitación y complementación de la solución hasta los 380 ml.				

**Gráfico de Equivalente de Arena**

Tiempo (seg.)	Altura de Nivel Material Fino (A) (ml)	Altura de Nivel Arena (B) (ml)	Equivalente de Arena (%)
10.47	3.5	2.6	74.29
10.49	3.5	2.5	71.43
10.51	3.6	2.7	75.00

Agua +  
 Altura de Nivel Material Fino (A)  
 Altura de Nivel Arena (B)

ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO					
NORMA MTC E222, NATIONAL AGREGATES ASSOCIATION					
<b>Obra</b>	TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA RECICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO - AUTOR Br. DANIRA RUELAS CHAMBI				
<b>DESCRIPCION</b>	COMBINADO DE AGREGADOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA				
<b>CONCEPTO</b>	DISEÑO MESCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC- 2				
<b>FECHA</b>	ABRIL DEL 2002				
<b>CEMENTO ASFALT</b>	PEN 120/150				
<b>MUESTRA</b>	35% P.CH. + 20 % A. NAT. 3/8 + 44 % A.CH. + 1 % FILLER				
DATOS DE LA MUESTRA	Pasante N° 4 Ret N° 200	01	02	03	Promedio
Peso del Recipiente + Muestra	Gr.	437.50	437.70	437.70	437.63
Peso del Recipiente	Gr.	300.00	300.00	300.00	300.00
Peso de la Muestra	Gr.	137.50	137.70	137.70	137.63
Gravedad Especifica Bruta	cc	2.47	2.47	2.47	2.47
Volumen del Molde	cc	100.00	100.00	100.00	100.00
Volumen del Agregado Fino	m3	55.60	55.70	55.70	55.67
Angularidad del Agregado Fino = $V \cdot (W/Gsb) \cdot W \cdot 100$		44.38	44.30	44.30	44.33
<b>Observaciones</b>					

**EMRAHI**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
*emrahilab*  
Ing. **Antonio Ángel Acero**  
ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD  
CIP. 109939

VALOR DE AZUL METILENO EN AGREGADOS FINOS Y EN LLENANTES MINERALES (AASHTO TP 57)	
<b>Obra</b>	TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICOS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA RECICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO - AUTOR Br. DANIRA RUELAS CHAMBI
<b>DESCRIPCION</b>	COMBINADO DE AGREGADOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA
<b>CONCEPTO</b>	DISEÑO MESCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC- 2
<b>FECHA</b>	ABRIL DEL 2002
<b>CEMENTO ASFALT</b>	PEN 120/150
<b>MUESTRA</b>	35% P.CH. + 20 % A. NAT. 3/8 + 44 % A.CH. + 1 % FILLER
<b>ENSAYO METHYLENE BLUE</b>	
<b>ADSORPTION VALUE (MBV)</b>	<b>5.0 mg/g</b>
<b>Observaciones</b>	Ensayo realizado con material pasante de la malla N° 200

  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
  
 Ing. *[Signature]*  
 C.E. 12000

LIMITES DE CONSISTENCIA				
ASTM D 4318, AASHTO T 89				
<b>Obra</b>	TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICOS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA REICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO -			
	AUTOR Br. DANIRA RUELAS CHAMBI			
<b>DESCRIPCION</b>	COMBINADO DE AGREGADOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA			
<b>CONCEPTO</b>	DISEÑO MESCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC- 2			
<b>FECHA</b>	ABRIL DEL 2002			
<b>CEMENTO</b>	PEN 120/150			
<b>MUESTRA</b>	35% P.CH. + 20 % A. NAT. 3/8 + 44 % A.CH. + 1 % FILLER			
MALLA N° 40				
<b>Determinación del Limite Plástico</b>		MTC E 111		
ENSAYO N°				
Recipiente N°				
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.			
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.			
Peso de agua	gr.			
Peso Recipiente	gr.			
Peso de Suelo Seco	gr.			
Humedad	%			
<b>Limite Plástico</b>	%			N.P
<b>Determinación del Limite Liquido</b>		MTC E 110		
ENSAYO N°				
N° Tara		01	02	03
Número de Golpes				
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.			
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.			
Peso de agua	gr.			
Peso Recipiente	gr.			
Peso de Suelo Seco	gr.			
Humedad	%			
<b>Limite Liquido</b>	%			
<b>Índice de Plasticidad, AASHTO T 90</b>	%			N.P
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;"><b>GRAFICO LIMITE LIQUIDO</b></p> </div>				



*[Signature]*  
 Ing. Ricardo Arángel Acevedo  
 ESPECIALISTA EN SISTEMAS Y CONTROL DE CALIDAD  
 C.R.P. 109836



INDICE DE DURABILIDAD DE LA ARENA NATURAL MTC E 214	
<b>OBRA</b>	TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICOS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA RECICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO - AUTOR Br. DANIRA RUELAS CHAMBI
<b>DESCRIPCION</b>	COMBINADO DE AGREGADOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA
<b>CONCEPTO</b>	DISEÑO MESCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC- 2
<b>FECHA</b>	ABRIL DEL 2002
<b>CEMENTO ASFAL</b>	PEN 120/150
<b>MUESTRA</b>	35% P.CH. + 20 % A. NAT. 3/8 + 44 % A.CH. + 1 % FILLER
INDICE DE DURABILIDAD DE LA ARENA NATURAL MTC E 214	

MUESTRA	Nº1	Nº2	Promedio
Hora de Entrada Saturacion	11:42	11:44	
Hora de Salida de saturacion ( mas 10 <sup>s</sup> )	11:52	11:54	
Hora de Entrada de Decantacion	11:54	11:56	
Hora de Salida de Decantacion ( mas 20 <sup>s</sup> )	12:14	12:16	
Lectura de la Arcilla	4.80	4.80	
Lectura de la Arena	3.40	3.30	
Índice de Durabilidad (Df=larena/larcilla*100)	70.83	68.75	69.79
* Equivalente de Arena Promedio es :		30.21 %	
<b>Observación:</b> Muestra traídas por el solicitante			

EMRAHI  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>	
ASTM D 4318, AASHTO T 89	
<b>Obra</b>	TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICOS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA REICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO -
	AUTOR Br. DANIRA RUELAS CHAMBI
<b>DESCRIPCION</b>	COMBINADO DE AGREGADOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA
<b>CONCEPTO</b>	DISEÑO MESCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC- 2
<b>FECHA</b>	ABRIL DEL 2002
<b>CEMENTO</b>	PEN 120/150
<b>MUESTRA</b>	35% P.CH. + 20 % A. NAT. 3/8 + 44 % A.CH. + 1 % FILLER
<b>MALLA N° 200</b>	
<b>Determinación del Limite Plástico</b> <span style="float: right;">MTC E 111</span>	
<b>ENSAYO N°</b>	
Recipiente N°	
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.
Peso de agua	gr.
Peso Recipiente	gr.
Peso de Suelo Seco	gr.
Humedad	%
<b>Limite Plástico</b>	N.P
<b>Determinación del Limite Liquido</b> <span style="float: right;">MTC E 110</span>	
<b>ENSAYO N°</b>	01      02      03
N° Tara	
Número de Golpes	
Peso Recipiente+Suelo Húmedo	gr.
Peso Recipiente+Suelo Seco	gr.
Peso de agua	gr.
Peso Recipiente	gr.
Peso de Suelo Seco	gr.
Humedad	%
<b>Limite Liquido</b>	
<b>Índice de Plasticidad, AASHTO T 90</b>	N.P
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center; margin: 0;"><b>GRAFICO LIMITE LIQUIDO</b></p> <p style="text-align: center; margin: 0;">Humedad Wp (%)      25      Número de Golpes</p> </div>	

**SALES SOLUBLES TOTALES**

**OBRA** : TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICOS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA : INCORPORADO TELA QUIRURGICA RECICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO -  
**AUTOR** : Br. DANIRA RUELAS CHAMBI  
**DESCRIPCION** : COMBINADO DE AGREGADOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA  
**CONCEPTO** : DISEÑO MESCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2  
**FECHA** : ABRIL DEL 2002  
**CEMENTO ASFA** : PEN 120/150  
**MUESTRA** : 35% P.CH. + 20 % A. NAT. 3/8 + 44 % A.CH

**SALES SOLUBLES TOTALES**  
(ASTM D 1888, MTC E 219-2000)

ENSAYO N°	1		
A. PESO DE LA MUESTRA SECO INICIAL	760.2		
B. PESO DE MATRAZ AFORADO Y ENVASADO	764.5		
C. PESO DE ALICUOTA DE LA MUESTRA HOMOGENETIZADA	703.5		
D. PESO DE CRISTALES DE LA ALICUOTA	1.68		
E. A x C	534800.7		
F. D x B	1284.36		
G. (A x C)/(D x B)	416.39		

PORCENTAJE DE SALES SOLUBLES :  $\frac{1}{C \times A} \times 100$   
 $\frac{D \times B}{C \times A}$

PORCENTAJE DE SALES SOLUBLES :  $\frac{1}{416} \times 100$   
 416

**CONTENIDO DE SALES SOLUBLES : 0.24 %**

  
 Ing. Armando Arco Arco  
 INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES  
 CIP. 109036



GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADO FINO					
MTS E 206; ASTM C 128; AASHTO T 85					
Obra	TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICAS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA RECICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO - MUÑANI, PUNO - 2022'				
	AUTOR: Br. DANIRA RUELAS CHAMBI				
DESCRIPCION	COMBINADO DE AGREGADOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA				
CONCEPTO	DISEÑO MESCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2				
FECHA	ABRIL DEL 2002				
CEMENTO	ASI PEN 120/150				
MUESTRA	35% P.CH. + 20 % A. NAT. 3/8 + 44 % A.CH. + 1 % FILLER				
FILLER					
IDENTIFICACIÓN			1	2	
A	PESO MAT.SAT.SUP.SECA (EN AIRE)	gr.	293.0	294.0	
B	PESO MAT.SAT.SUP.SECA (EN AGUA)	gr.	675.5	676.8	
C	VOL. DE MASA+VOL. DE VACIOS = A-B	cm. <sup>3</sup>	988.5	970.8	
D	PESO MAT. SECO EN ESTUFA 105°C	gr.	840	841.9	
E	VOL. DE MASA = C-(A-D)	cm. <sup>3</sup>	128.5	126.9	
F	PESO MATERIAL SECO	gr.	292.4	292.8	
G	VOLUMEN DE MASA	gr/cm <sup>3</sup>	127.9	127.7	
H	Pe BULK (BASE SECA) = A/C	gr/cm <sup>3</sup>	2.28	2.27	2.274
I	Pe APARENTE (BASE SATURADA) = D/E	gr/cm <sup>3</sup>	2.28	2.28	2.281
J	PESO ESPECIFICO APARENTE (BASE SECA)	%	2.29	2.29	2.290
K	% DE ABSORCION	%	0.21	0.41	0.310
CONTENIDO DE HUMEDAD					
MTC E 108; ASTM D 2216; NTP 339.127					
N° de Ensayo	Unidad	01	02		
Peso Tara + Muestra Humedo	gr.	80.0	98.0		
Peso Tara + Muestra Seco	gr.	79.0	97.0		
Peso Tara	gr.	0.0	0.0		
Peso del Agua	gr.	1.00	1.00		
Peso Muestra Seco	gr.	79.00	97.00		
Porcentaje de Humedad	%	1.27	1.03		
PROMEDIO	%	1.15			


  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Aponte Osorio  
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA  
 CIP. 105836

**DISEÑO DE MEZCLA BITUMINOSA PARA CARPETA ASFALTICA**

ENSAYOS INCORPORANDO TELA QUIRURGICA

DISEÑO INFORME DE CALIDAD

"ABRIL DEL 2022"

  
Emrahi Laboratorio  
Calle Jauregui 644 - Cercado, Juliaca, Puno - Perú  
Tel: 051 989 473982  
Email: emrahi@emrahi.com

DENSIDAD MÁXIMA TEÓRICA RICE NORMAS TÉCNICAS : MTC E 508, ASTM D - 2041, AASHTO T-209						
DATOS DE LA MUESTRA						
<b>OBRA</b> : TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICAS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA REICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO -						
AUTOR : Br. RUELAS CHAMBI DANIRA,						
<b>DESCRIPCION</b> : COMBINADO DE AGREGADOS PARA MESCCLA SFALTICAS						
<b>CONCEPTO</b> : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2						
<b>FECHA</b> : ABRIL DEL 2022.						
<b>CEMENTO ASF</b> : PEN 120/150						
<b>MUESTRA</b> : 35%P.CH. 1/2" + 20% A.NAT. 3/8" + 44% A.CH. 1/4" + 1%FILLER						
<b>LUGAR DE ENSAYO</b> : LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS						
ITEM	ENSAYO	UND	1	2	PROMEDIO	
1	CONTENIDO CEMENTO ASFALTICO	%	6.3	6.5	6.400	
2	PESO DEL MATERIAL	gr	1207.9	1206.9	1207.400	
3	PESO DEL AGUA + FRASCO RICE	gr	10465.1	10467.9	10466.500	
4	PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AIRE)	gr	11673.0	11674.8	11673.900	
5	PESO DEL MATERIAL + FRASCO + AGUA (EN AGUA)	gr	11167.5	11170.0	11168.700	
6	VOLUMEN DEL MATERIAL	cc	505.5	504.8	505.200	
7	PESO ESPECIFICO MAXIMO	gr/cc	2.389	2.391	2.390	
8	TEMPERATURA DE ENSAYO	°C	25	25	25.000	
9	TIEMPO DE ENSAYO	MIN	20	20	20.000	

**EMRAHI**  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

*[Firma]*  
Ing. Ricardo Aroni Aro  
INGENIERO EN INGENIERIA EN CONTROL DE CALIDAD  
C.I.P. 105636

**ENSAYO: RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - SEGUIMIENTO PRODUCCIÓN EN PLANTA  
NORMA: ASTM D 1559 / MTC E 504**

**DATOS DE LA MUESTRA**

**OBRA** : TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA REICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO -  
**AUTOR** : Br. RUELAS CHAMBI DANIRA,  
**DESCRIPCION** : COMBINADO DE AGREGADOS PARA MEZCLA SFALTICAS  
**CONCEPTO** : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2  
**FECHA** : ABRIL DEL 2022.  
**CEMENTO ASF** : PEN 120/150  
**MUESTRA** : 35%P.CH. 1/2" + 20% A.NAT. 3/8" + 44% A.CH. 1/4" + 1%FILLER  
**LUGAR DE ENSAYO** : LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS % C. A.: 5.0

DESCRIPCION	CANTIDAD	UND
PORCENTAJE DE CEMENTO ASFALTICO PEN 120/150	6.1	%
PORCENTAJE DE AGREGADO GRUESO	43.7	%
PORCENTAJE DE AGREGADO FINO	56.3	%
PORCENTAJE DE FILLER (CEMENTO)	1.00	%
TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO	3/4"	Pulg.

ITEM	DENOMINACION	1A	2A	2C	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6.1			6.1	
2	% DE AGREGADO GRUESO (>N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	40.88				
3	% DE AGREGADO FINO (<N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	52.64				
4	% DE FILLER (MINIMO 85% PASA N°200) EN PESO DE LA MEZCLA	0.94				
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFALTICO - APARENTE (gr/cc)	1.014				
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (gr/cc)	2.762				
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-APARENTE (gr/cc)	2.804				
8	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK (gr/cc)	2.885				
9	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - APARENTE (gr/cc)	2.700				
10	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE (gr/cc)	2.290				
11	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.48	6.51	6.50		
12	PESO DE LA BRIQUETA SECA EN EL AIRE (gr.)	1,208.00	1,210.00	1,211.00		
13	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (gr)	1,211.00	1,212.00	1,213.00		
14	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.)	690.00	690.00	691.00		
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (cm³)	521.00	522.00	522.00		
16	PESO UNITARIO DE LA BRIQUETA (gr./cm.²)	2.321	2.318	2.320	2.320	
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041 (gr./cm.²)	2.390				
18	MÁXIMA DENSIDAD TEORICA DE LOS AGREGADOS (gr./cm.²)	2.459				
19	PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE (%)	2.9	3.0	2.9	2.9	3 - 5
20	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm.²)	2.713				
21	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm.²)	2.739				
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm.²)	2.726				
23	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.18				
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	5.93				
25	PORCENTAJE DE VACÍOS EN AGREGADO MINERAL V.M.A. (%)	19.20	19.30	19.20	19.2	MIN. 14
26	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (V.F.A.) (%)	84.9	84.5	84.9	84.8	MIN. 65
27	FLUJO (mm)	3.20	3.20	3.20	3.2	2 - 4
28	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (Kg)	1,210.0	1,250.0	1,230.0		
29	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.00	1.00	1.00		
30	ESTABILIDAD CORREGIDA (Kg)	1210	1250	1220	1227	MIN. 815
31	ESTABILIDAD - FLUJO (kg/cm)	3751	3906	3813	3833	1700 - 4000

- OBSERVACIONES:**
- 1.- Agregado grueso: Piedra chancada TNM 1/2", obtenido del Acopio de Planta Chancadora.
  - 2.- Agregado fino: Arena Natural TNM 3/8" y Arena Chancada TNM 1/4", obtenido del Acopio Planta Chancadora.
  - 3.- Mezcla de los agregados:
    - 32.7% Piedra Chancada TNM 1/2", proveniente del Acopio Planta Chancadora
    - 41.1% Arena Chancada TNM 1/4", proveniente del Acopio Planta Chancadora
    - 18.7% Arena Natural TNM 3/8", proveniente del Acopio Planta Chancadora
    - 0.9% Filler (Cemento)
  - 4.- Se utilizó Cemento Asfáltico: PEN 120/150, proveniente de Planta Conchán.
  - 5.- Se utilizó Teles Quirúgigas un 0.3 % al Cemento Asfáltico: PEN 120/150
  - 6.5 % De cemento Asfáltico PEN 120/150

  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. [Firma]  
 INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP. 100835

**ENSAYO: RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - SEGUIMIENTO PRODUCCIÓN EN PLANTA NORMA: ASTM D 1559 / MTC E 504**

**DATOS DE LA MUESTRA**

OBRA : TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA REICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO -  
 AUTOR : Br. RUELAS CHAMBI DANIRA,  
 DESCRIPCION : COMBINADO DE AGREGADOS PARA MEZCLA SFALTICAS  
 CONCEPTO : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2  
 FECHA : ABRIL DEL 2022.  
 CEMENTO ASF : PEN 120/150  
 MUESTRA : 35% P.CH. 1/2" + 20% A.NAT. 3/8" + 44% A.CH. 1/4" + 1% FILLER  
 LUGAR DE ENSAYO : LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS % C.A.: 6.5

DESCRIPCION	CANTIDAD	UND
PORCENTAJE DE CEMENTO ASFALTICO PEN 120/150	6.3	%
PORCENTAJE DE AGREGADO GRUESO	43.7	%
PORCENTAJE DE AGREGADO FINO	56.3	%
PORCENTAJE DE FILLER (CEMENTO)	1.0	%
TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO	3/4"	Pulg.

ITEM	DENOMINACION	1A	2A	2C	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		6.3		6.3	
2	% DE AGREGADO GRUESO (>N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		40.88			
3	% DE AGREGADO FINO (<N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		52.64			
4	% DE FILLER (MINIMO 65% PASA N°200) EN PESO DE LA MEZCLA		0.94			
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFALTICO - APARENTE (gr/cc)		1.014			
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (gr/cc)		2.762			
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-APARENTE (gr/cc)		2.804			
8	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK (gr/cc)		2.685			
9	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - APARENTE (gr/cc)		2.700			
10	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE (gr/cc)		2.290			
11	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.48	6.44	6.50		
12	PESO DE LA BRIQUETA SECA EN EL AIRE (gr.)	1,205.50	1,210.00	1,207.60		
13	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (gr.)	1,208.90	1,212.00	1,209.40		
14	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.)	690.00	690.00	688.00		
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (cm³)	516.90	522.00	521.40		
16	PESO UNITARIO DE LA BRIQUETA (gr./cm.²)	2.332	2.318	2.316	2.322	
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041 (gr./cm.³)		2.390			
18	MÁXIMA DENSIDAD TEORICA DE LOS AGREGADOS (gr./cm.³)		2.447			
19	PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE (%)	2.4	3.0	3.1	2.8	3 - 5
20	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm.³)		2.713			
21	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm.³)		2.739			
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm.³)		2.728			
23	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0.18			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		6.13			
25	PORCENTAJE DE VACÍOS EN AGREGADO MINERAL V.M.A. (%)	18.80	19.30	19.40	19.2	MIN. 14
26	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (V.F.A.) (%)	87.2	84.5	84.0	85.2	MIN. 65
27	FLUJO (mm)	3.30	3.30	3.30	3.3	2 - 4
28	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (Kg)	1,200.0	1,230.0	1,210.0		
29	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.00	1.00	1.00		
30	ESTABILIDAD CORREGIDA (Kg)	1200	1230	1210	1213	MIN. 815
31	ESTABILIDAD - FLUJO (kg/cm)	3636	3727	3667	3677	1700 - 4000

- OBSERVACIONES:**
- Agregado grueso: Piedra chancada TNM 1/2", obtenido del Acopio de Planta Chancadora.
  - Agregado fino: Arena Natural TNM 3/8" y Arena Chancada TNM 1/4", obtenido del Acopio Planta Chancadora.
  - Mezcla de los agregados:
    - 32.7% Piedra Chancada TNM 1/2", proveniente del Acopio Planta Chancadora
    - 41.1% Arena Chancada TNM 1/4", proveniente del Acopio Planta Chancadora
    - 18.7% Arena Natural TNM 3/8", proveniente del Acopio Planta Chancadora
    - 0.9% Filler (Cemento)
  - Se utilizó Cemento Asfáltico: PEN 120/150, proveniente de Planta Conchán.
  - Se utilizó Telas Quirúrgicas un 0.4 % al Cemento Asfáltico: PEN 120/150  
6.5 % De cemento Asfáltico PEN 120/150

  
 Ing. Ricardo Acosta Acosta  
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.R. 10800

**ENSAYO: RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - SEGUIMIENTO PRODUCCIÓN EN PLANTA  
NORMA: ASTM D 1559 / MTC E 504**

DATOS DE LA MUESTRA	
OBRA	TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA REICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO - AUTOR : Br. RUELAS CHAMBI DANIRA,
DESCRIPCION	: COMBINADO DE AGREGADOS PARA MESCCLA SFALTICAS
CONCEPTO	: DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2
FECHA	: ABRIL DEL 2022.
CEMENTO ASF	: PEN 120/150
MUESTRA	: 35%P.CH. 1/2" + 20% A.NAT. 3/8" + 44% A.CH. 1/4" + 1%FILLER
LUGAR DE ENSAYO	: LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS % C. A.: 6.0

DESCRIPCION	CANTIDAD	UND
PORCENTAJE DE CEMENTO ASFALTICO PEN 120/150	6.5	%
PORCENTAJE DE AGREGADO GRUESO	43.7	%
PORCENTAJE DE AGREGADO FINO	56.3	%
PORCENTAJE DE FILLER (CEMENTO)	1.0	%
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO	3/4"	Pulg.

ITEM	DENOMINACION	1A	2A	2C	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		6.5		6.5	
2	% DE AGREGADO GRUESO (>N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		40.88			
3	% DE AGREGADO FINO (<N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		52.64			
4	% DE FILLER (MINIMO 65% PASA N°200) EN PESO DE LA MEZCLA		0.94			
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE (gr/cco)		1.014			
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (gr/cco)		2.762			
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-APARENTE (gr/cco)		2.804			
8	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK (gr/cco)		2.665			
9	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - APARENTE (gr/cco)		2.700			
10	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE (gr/cco)		2.290			
11	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.55	6.50	6.53		
12	PESO DE LA BRIQUETA SECA EN EL AIRE (gr.)	1,211.60	1,209.20	1,208.40		
13	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (gr.)	1,213.60	1,211.00	1,210.20		
14	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.)	691.00	690.50	690.50		
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (cm <sup>3</sup> )	522.60	520.50	519.70		
16	PESO UNITARIO DE LA BRIQUETA (gr./cm. <sup>3</sup> )	2.318	2.323	2.325	2.322	
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041 (gr./cm. <sup>3</sup> )		2.390			
18	MAXIMA DENSIDAD TEORICA DE LOS AGREGADOS (gr./cm. <sup>3</sup> )		2.435			
19	PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE (%)	3.0	2.8	2.7	2.8	3 - 5
20	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm. <sup>3</sup> )		2.713			
21	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm. <sup>3</sup> )		2.739			
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm. <sup>3</sup> )		2.726			
23	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0.18			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		6.33			
25	PORCENTAJE DE VACIOS EN AGREADO MINERAL V.M.A. (%)	19.30	19.10	19.00	19.1	MIN. 14
26	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (V.F.A.) (%)	84.5	85.3	85.6	85.2	MIN. 65
27	FLUJO (mm)	3.40	3.40	3.40	3.4	2 - 4
28	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (Kg)	1,211.0	1,222.0	1,210.0		
29	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.00	1.00	1.00		
30	ESTABILIDAD CORREGIDA (Kg)	1211	1222	1210	1214	MIN. 815
31	ESTABILIDAD - FLUJO (kg/cm)	3562	3594	3599	3572	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

- 1.- Agregado grueso: Piedra chancada TNM 1/2", obtenido del Acopio de Planta Chancadora.
- 2.- Agregado fino: Arena Natural TNM 3/8" y Arena Chancada TNM 1/4", obtenido del Acopio Planta Chancadora.
- 3.- Mezcla de los agregados:
  - 32.7% Piedra Chancada TNM 1/2", proveniente del Acopio Planta Chancadora
  - 41.1% Arena Chancada TNM 1/4", proveniente del Acopio Planta Chancadora
  - 18.7% Arena Natural TNM 3/8", proveniente del Acopio Planta Chancadora
  - 0.9% Filler (Cemento)
- 4.- Se utilizó Cemento Asfáltico: PEN 120/150, proveniente de Planta Conchán.
- 5.- Se utilizó Telas Quirúrgicas un 0.5 % al Cemento Asfáltico: PEN 120/150  
6.5 % De cemento Asfáltico PEN 120/150

  
 Ing. Ricardo Acosta Acosta  
 INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP. 109835

**ENSAYO: RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - SEGUIMIENTO PRODUCCIÓN EN PLANTA  
NORMA: ASTM D 1559 / MTC E 504**

**DATOS DE LA MUESTRA**

**OBRA** : TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA REICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO -  
**AUTOR** : Br. RUELAS CHAMBI DANIRA,  
**DESCRIPCION** : COMBINADO DE AGREGADOS PARA MEZCLA SFALTICAS  
**CONCEPTO** : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2  
**FECHA** : ABRIL DEL 2022.  
**CEMENTO ASF** : PEN 120/150  
**MUESTRA** : 35% P.CH. 1/2" + 20% A.NAT. 3/8" + 44% A.CH. 1/4" + 1% FILLER  
**LUGAR DE ENSAYO** : LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS % C. A.: 6.5

DESCRIPCION	CANTIDAD	UND
PORCENTAJE DE CEMENTO ASFALTICO PEN 120/150	6.6	%
PORCENTAJE DE AGREGADO GRUESO	43.7	%
PORCENTAJE DE AGREGADO FINO	56.3	%
PORCENTAJE DE FILLER (CEMENTO)	1.0	%
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO	3/4"	Pulg.

ITEM	DENOMINACION	1A	2A	2C	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL	6.6			6.6	
2	% DE AGREGADO GRUESO (<N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	40.88				
3	% DE AGREGADO FINO (<N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA	52.64				
4	% DE FILLER (MINIMO 60% PASA N°200) EN PESO DE LA MEZCLA	0.93				
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFÁLTICO - APARENTE (gr/cco)	1.014				
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (gr/cco)	2.762				
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-APARENTE (gr/cco)	2.804				
8	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK (gr/cco)	2.685				
9	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - APARENTE (gr/cco)	2.700				
10	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE (gr/cco)	2.290				
11	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.50	6.52	6.55		
12	PESO DE LA BRIQUETA SECA EN EL AIRE (gr.)	1,212.00	1,210.55	1,211.40		
13	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (gr.)	1,213.90	1,211.90	1,212.89		
14	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.)	691.50	689.90	690.66		
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (cm³)	522.40	522.00	522.03		
16	PESO UNITARIO DE LA BRIQUETA (gr./cm.³)	2.320	2.319	2.321	2.320	
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041 (gr./cm.³)	2.390				
18	MAXIMA DENSIDAD TEORICA DE LOS AGREGADOS (gr./cm.³)	2.430				
19	PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE (%)	2.9	3.0	2.9	2.9	3 - 5
20	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm.³)	2.713				
21	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm.³)	2.739				
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm.³)	2.726				
23	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)	0.18				
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)	6.43				
25	PORCENTAJE DE VACIOS EN AGREADO MINERAL V.M.A. (%)	19.20	19.30	19.20	19.2	MIN. 14
26	PORCENTAJE DE VACIOS LLENADOS CON C. A. (V.F.A.) (%)	84.9	84.5	84.9	84.8	MIN. 65
27	FLUJO (mm)	3.50	3.50	3.50	3.5	2 - 4
28	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (Kg)	1,215.0	1,230.0	1,222.0		
29	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.00	1.00	1.00		
30	ESTABILIDAD CORREGIDA (Kg)	1215	1230	1222	1222	MIN. 815
31	ESTABILIDAD - FLUJO (kg/cm)	3471	3514	3491	3492	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

- 1.- Agregado grueso: Piedra chancada TNM 1/2", obtenido del Acopio de Planta Chancadora.
- 2.- Agregado fino: Arena Natural TNM 3/8" y Arena Chancada TNM 1/4", obtenido del Acopio Planta Chancadora.
- 3.- Mezcla de los agregados:
  - 32.7% Piedra Chancada TNM 1/2", proveniente del Acopio Planta Chancadora
  - 41.1% Arena Chancada TNM 1/4", proveniente del Acopio Planta Chancadora
  - 18.7% Arena Natural TNM 3/8", proveniente del Acopio Planta Chancadora
  - 0.9% Filler (Cemento)
- 4.- Se utilizó Cemento Asfáltico: PEN 120/150, proveniente de Planta Conchán.
- 5.- Se utilizó Telas Quirúrgicas un 0.5 % al Cemento Asfáltico: PEN 120/150  
6.5 % De cemento Asfáltico PEN 120/150



**ENSAYO: RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL - SEGUIMIENTO PRODUCCIÓN EN PLANTA  
NORMA: ASTM D 1559 / MTC E 804**

**DATOS DE LA MUESTRA**

OBRA : TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA RECLADA EN LA CARRETERA AZANGARO -  
 AUTOR : Br. RUELAS CHAMBI DANIRA,  
 DESCRIPCION : COMBINADO DE AGREGADOS PARA MEZCLA SFALTICAS  
 CONCEPTO : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2  
 FECHA : ABRIL DEL 2022.  
 CEMENTO ASF : PEN 120/150  
 MUESTRA : 35%P.CH. 1/2" + 20% A.NAT. 3/8" + 44% A.CH. 1/4" + 1%FILLER  
 LUGAR DE ENSAYO : LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS % C. A.: 7.0

DESCRIPCION	CANTIDAD	UND
PORCENTAJE DE CEMENTO ASFALTICO PEN 120/150	6.9	%
PORCENTAJE DE AGREGADO GRUESO	43.7	%
PORCENTAJE DE AGREGADO FINO	56.3	%
PORCENTAJE DE FILLER (CEMENTO)	1.0	%
TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO	3/4"	Pulg.

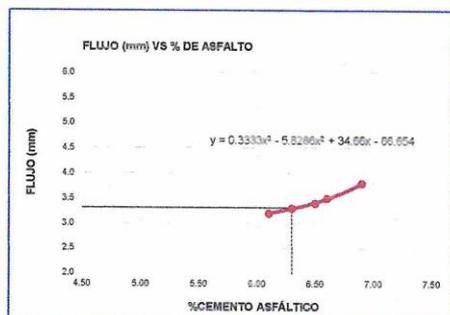
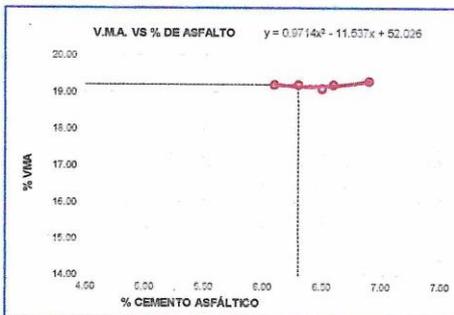
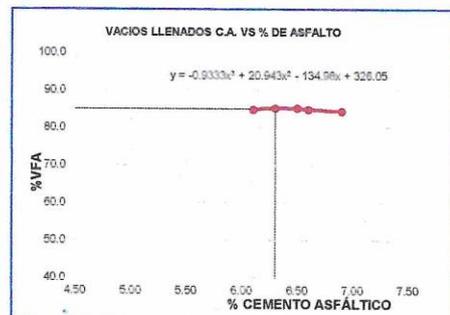
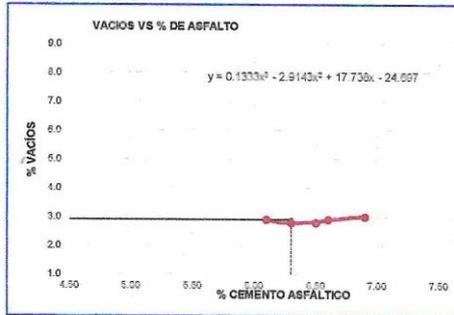
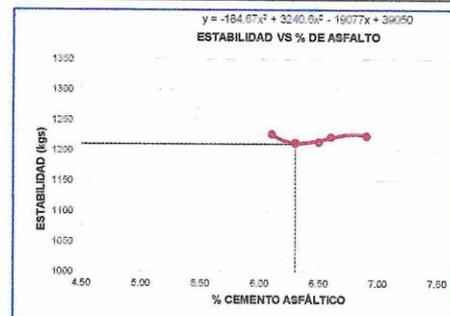
ITEM	DENOMINACION	1A	2A	2C	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% DE C.A. EN PESO DE LA MEZCLA TOTAL		6.9		6.9	
2	% DE AGREGADO GRUESO (>N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		40.88			
3	% DE AGREGADO FINO (<N° 4) EN PESO DE LA MEZCLA		52.64			
4	% DE FILLER (MÍNIMO 65% PASA N°200) EN PESO DE LA MEZCLA		0.93			
5	PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO ASFALTICO - APARENTE (gr/cc)		1.014			
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-BULK (gr/cc)		2.762			
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO-APARENTE (gr/cc)		2.804			
8	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - BULK (gr/cc)		2.685			
9	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO - APARENTE (gr/cc)		2.700			
10	PESO ESPECÍFICO DEL FILLER - APARENTE (gr/cc)		2.290			
11	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm)	6.51	6.41	6.41		
12	PESO DE LA BRIQUETA SECA EN EL AIRE (gr.)	1,210.81	1,198.85	1,205.00		
13	PESO DE LA BRIQUETA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (gr.)	1,212.00	1,207.00	1,207.07		
14	PESO DE LA BRIQUETA EN EL AGUA (gr.)	690.00	688.00	688.00		
15	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (cm³)	522.00	518.00	519.07		
16	PESO UNITARIO DE LA BRIQUETA (gr./cm.²)	2.320	2.314	2.321	2.318	
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO (RICE) - ASTM D 2041 (gr./cm.³)		2.380			
18	MÁXIMA DENSIDAD TEORICA DE LOS AGREGADOS (gr./cm.³)		2.413			
19	PORCENTAJE DE VACÍOS DE AIRE (%)	2.9	3.2	2.9	3.0	3 - 5
20	PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm.³)		2.713			
21	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm.³)		2.739			
22	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL (gr./cm.³)		2.726			
23	ASFALTO ABSORBIDO POR EL AGREGADO TOTAL (%)		0.18			
24	PORCENTAJE DE ASFALTO EFECTIVO (%)		6.73			
25	PORCENTAJE DE VACÍOS EN AGREARDO MINERAL V.M.A. (%)	19.20	19.40	19.20	19.3	MIN. 14
26	PORCENTAJE DE VACÍOS LLENADOS CON C. A. (V.F.A.) (%)	84.9	83.5	84.9	84.4	MIN. 65
27	FLUJO (mm)	3.80	3.80	3.80	3.8	2 - 4
28	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (Kg)	1,235.0	1,215.0	1,222.0		
29	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.00	1.00	1.00		
30	ESTABILIDAD CORREGIDA (Kg)	1235	1215	1222	1224	MIN. 815
31	ESTABILIDAD - FLUJO (kg/cm)	3290	3197	3216	3221	1700 - 4000

**OBSERVACIONES:**

- 1.- Agregado grueso: Piedra chancada TNM 1/2", obtenido del Acopio de Planta Chancadora.
- 2.- Agregado fino: Arena Natural TNM 3/8" y Arena Chancada TNM 1/4", obtenido del Acopio Planta Chancadora.
- 3.- Mezcla de los agregados:
  - 32.7% Piedra Chancada TNM 1/2", proveniente del Acopio Planta Chancadora
  - 41.1% Arena Chancada TNM 1/4", proveniente del Acopio Planta Chancadora
  - 18.7% Arena Natural TNM 3/8", proveniente del Acopio Planta Chancadora
  - 0.9% Filler (Cemento)
- 4.- Se utilizó Cemento Asfáltico: PEN 120/150, proveniente de Planta Conchán.
- 5.- Se utilizó Telas Quirúrgicas un 0.5 % al Cemento Asfáltico: PEN 120/150  
6.5 % De cemento Asfáltico PEN 120/150

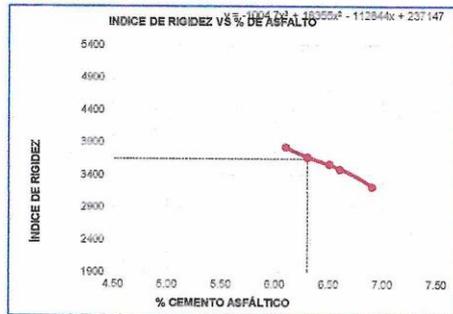
  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo A. Ari. Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109836

RESUMEN METODO MARSHALL (GRÁFICO) (MTC E 504 / ASTM D - 1559 / AASHTO T-245)	
<b>OBRA</b>	TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA RECICLADA EN LA CARRRETERA AZANGARO -
	AUTOR : Br. RUELAS CHAMBI DANIRA,
<b>DESCRIPCION</b>	COMBINADO DE AGREGADOS PARA MEZCLA SFALTICAS
<b>CONCEPTO</b>	DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2
<b>FECHA</b>	ABRIL DEL 2022.
<b>CEMENTO AS</b>	PEN 120/150
<b>MUESTRA</b>	35%P.CH. 12" + 20% A.NAT. 3/8" + 44% A.CH. 1/4" + 1%FILLER
<b>LUGAR DE ENSAYO</b>	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**EMRAHI**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo A. Acosta  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y PAVIMENTOS  
 CIP: 109836

RESUMEN METODO MARSHALL (GRÁFICO) (MTC E 504 / ASTM D - 1589 / AASHTO T-245)	
<b>OBRA</b>	TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA RECIKLADA EN LA CARRETERA AZANGARO -
	AUTOR : Br. RUELAS CHAMBI DANIRA,
<b>DESCRIPCION</b>	: COMBINADO DE AGREGADOS PARA MEZCLA SFALTICAS
<b>CONCEPTO</b>	: DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2
<b>FECHA</b>	: ABRIL DEL 2022.
<b>CEMENTO AS</b>	: PEN 120/150
<b>MUESTRA</b>	: 35%P.CH. 1/2" + 20% A.NAT. 3/8" + 44% A.CH. 1/4" + 1%FILLER
<b>LUGAR DE ENSAYO</b>	: LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



% CEMENTO ASFALTICO	DENSIDAD (gr/cm3)	ESTAB. (Kg-f)	VAGIOS DE AIRE	% VACIOS LLENADOS C/C.A.	V.M.A.	FLUENCIA	RIGIDEZ
6.10	2.320	1227	2.9	84.8	19.20	3.2	3633
6.30	2.322	1213	2.8	85.2	19.20	3.3	3677
6.50	2.322	1214	2.8	85.2	19.10	3.4	3672
6.60	2.320	1222	2.9	84.8	19.20	3.5	3492
6.90	2.310	1224	3.0	84.4	19.30	3.8	3221

RESULTADO	6.30	2.320	1214.0	3	85	19.1	3.40	3572
ESP. TECNICA	MIN.	6.00	1215.0	3	85	14	2	1700
	MAX.	6.60	-----	5	-----	-----	4	4000
CONDICION	CUMPLE		CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

**OBSERVACIONES:**

- Agregado grueso: Piedra chancada TNM 1/2", obtenido del Acopio de Planta Chancadora. : Cantera
- Agregado fino: Arena Natural TNM 3/8" y Arena Chancada TNM 1/4", obtenido del Acopio Planta Chancadora. : Cantera
- Mezcla de los agregados:
  - 32.7% Piedra Chancada TNM 1/2", proveniente del Acopio Planta Chancadora : Cantera
  - 41.1% Arena Chancada TNM 1/4", proveniente del Acopio Planta Chancadora : Cantera
  - 18.7% Arena Natural TNM 3/8", proveniente del Acopio Planta Chancadora : Cantera
  - 0.9% Filler (Cemento) : Cantera
- Se utilizó Cemento Asfáltico: PEN 120/150, proveniente de Planta Conchán. : PLANTA CONCHÁN - PETROPERÚ
- Se utilizó Telas Quirúrgicas un 0.5 % al Cemento Asfáltico: PEN 120/150  
6.5 % De cemento Asfáltico PEN 120/150

**EMRAHI**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
*Ricardo Arco*  
Ing. Ricardo Arco de Acero  
INGENIERO EN MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 1049636

**DISEÑO DE MEZCLA BITUMINOSA PARA CARPETA ASFALTICA**

ENSAYOS LAVADO ASFALTICO

DISEÑO INFORME DE CALIDAD

"ABRIL DEL 2022"



**Analisis Granulometrico por Tamizado  
(ASTM D 422)**

**OBRA** TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICOS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA RECICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO - MUÑANI, PUNO - 2022"  
**AUTOR** Br. DANIRA RUELAS CHAMBI  
**DESCRIPCION** COMBINADO DE AGREGADOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA  
**CONCEPTO** DISEÑO MESCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC- 2  
**FECHA** ABRIL DEL 2002  
**CEMENTO ASFALTICO** PEN 120/150  
**MUESTRA** 35% P.CH. + 20 % A. NAT. 3/8 + 44 % A.CH. + 1 % FILLER

Temperatura °C: 160.8

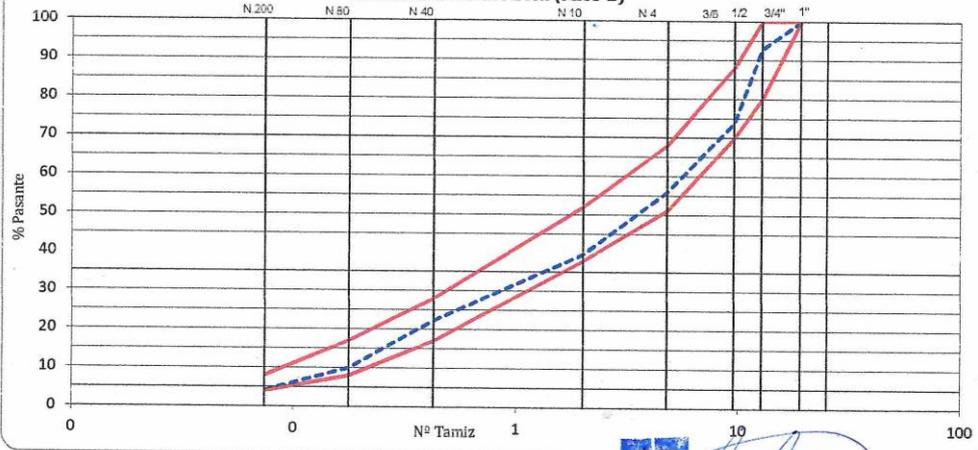
**Lavado Asfáltico**

Peso inicial antes de Lavar (g)	721.50	Peso Filtro i (g)	26.7
Peso final despues de Lavar (g)	673.90	Peso Filtro f (g)	28.1
Contenido de Cemento Asfáltico (%)	6.40		1.4

N° PASANOS DE MALLAS AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	Peso retenido (gr)	% Retenido	% Acumulado	% Pasante	ESPECIFICACIONES MAC - 2		NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.
1"	25.000		0.00	0.00	100.00	100	100	RESULTADOS DE ENSAYOS
3/4"	19.050		0.00	0.00	100.00	100	100	
1/2"	12.700	47.80	7.09	7.09	92.91	80	100	
3/8"	9.525	129.50	19.22	26.31	73.69	70	88	
N° 4	4.760	119.60	17.75	44.06	55.94	51	68	
N° 10	2.000	109.50	16.25	60.31	39.69	38	52	
N° 40	0.426	117.00	17.36	77.67	22.33	17	28	
N° 80	0.177	83.00	12.32	89.98	10.02	8	17	
N° 200	0.074	39.60	5.88	95.86	4.14	4	8	
-200								

**Peso Inicial :** 673.90 Gr.  
**K de fraccion :** 0.00  
**Grava (%) :** 44.06  
**Arena (%) :** 55.94  
**C.A. (%) :** 6.40

**Gráfica Granulométrica (MAC-2)**



  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Arce Acero  
 ESPECIALISTA EN PRUEBAS Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109636

**Análisis Granulométrico por Tamizado  
(ASTM D 422)**

**OBRA** TESIS MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICOS MECANICAS DE LA CARPETA ASFALTICA INCORPORADO TELA QUIRURGICA RECICLADA EN LA CARRETERA AZANGARO - MUÑANI, PUNO - 2022"  
**AUTOR** Br. DANIRA RUELAS CHAMBI  
**DESCRIPCION** COMBINADO DE AGREGADOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA  
**CONCEPTO** DISEÑO MESCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC- 2  
**FECHA** ABRIL DEL 2002  
**CEMENTO ASFALTICO** PEN 120/150  
**MUESTRA** 35% P.CH. + 20 % A. NAT. 3/8 + 44 % A.CH. +

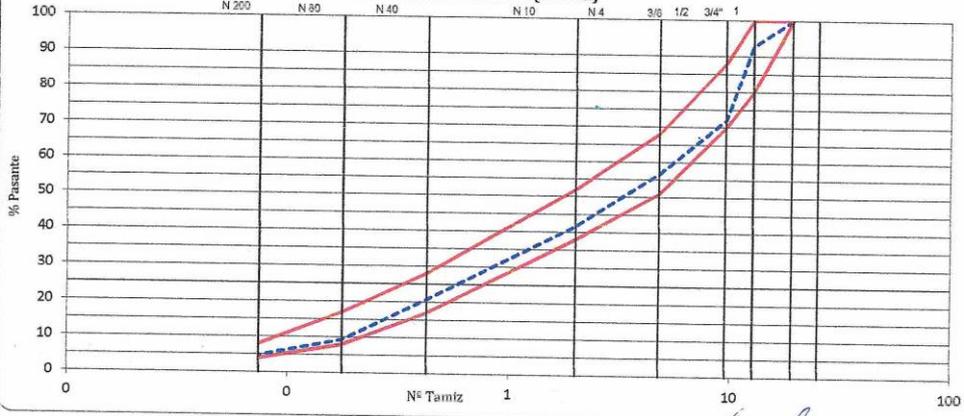
Temperatura °C: 160.8

**Lavado Asfáltico**

Peso inicial antes de Lavar (g)	643.00	Peso Filtro i (g)	16.9
Peso final despues de Lavar (g)	600.00	Peso Filtro f (g)	18.2
Contenido de Cemento Asfáltico (%)	6.49		1.3

Nº DE MALLAS EN SERIE AMERICANA	ABERTURA DE MALLAS (mm)	Peso retenido (gr)	% Retenido	% Acumulado	% Pasante	ESPECIFICACIONES MAC - 2		NORMA : ASTM D422, AASHTO T88, MTC E-107.
1"	25.000							
3/4"	19.050		0.00	0.00	100.00	100	100	
1/2"	12.700	42.90	7.15	7.15	92.85	80	100	Peso Inicial : 600.00 Gr.
3/8"	9.525	125.10	20.85	28.00	72.00	70	88	K de fraccic : 0.00
Nº 4	4.760	92.60	15.43	43.43	56.57	51	68	Grava (%) : 43.43
Nº 10	2.000	89.40	14.90	58.33	41.67	38	52	Arena (%) : 56.57
Nº 40	0.426	125.20	20.87	79.20	20.80	17	28	C.A. (%) : 6.49
Nº 80	0.177	69.00	11.50	90.70	9.30	8	17	
Nº 200	0.074	27.00	4.50	95.20	4.80	4	8	
-200								

**Gráfica Granulométrica (MAC-2)**



**EMRAHI**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
 Ing. Ricardo Aroni Acero  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. 109836

## Anexo 6. Confiabilidad



# Metrotest E.I.R.L.

**LABORATORIO DE METROLOGÍA**  
**CERTIFICADO DE CALIBRACION**  
**CMM-151-2020**

<b>Expediente</b>	00512-2020	
<b>Solicitante</b>	EMRAHI CONTRATISTAS E.I.R.L.	<b>Misión:</b> Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos
<b>Dirección</b>	JR. JAUREGUI NRO. 844 URB. CERCADO - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA	<b>Visión:</b> Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios. Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.
<b>Equipo de Medición</b>	BALANZA NO AUTOMÁTICA	
<b>Marca</b>	OHAUS	
<b>Modelo</b>	R31P30	
<b>Serie</b>	8340330073	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Procedencia</b>	NO INDICA	
<b>Capacidad Máxima</b>	30000 g	
<b>División de escala ( d )</b>	1 g	
<b>División de verificación ( e )</b>	10 g	
<b>Tipo</b>	ELECTRONICA	
<b>Ubicación</b>	Lab. Masa de Metrotest E.I.R.L.	
<b>Fecha de Calibración</b>	2020-07-13	

**Método de Calibración**  
Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOP, Tercera Edición enero 2010.

**Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	21,8 °C	21,7 °C
Humedad Relativa	54 %	55 %

---

Sello	Fecha de emisión	Jefe de Metrología
	2020-07-13	 Luigi Azenjo G.

Página 1 de 4  
P0035-01

Calle Aristides Sologuren 484 Opts. 102 Urb. Vile Sol - Los Olivos - www.metrotesteirl.com / metrotestlogistica@hotmail.com / ventas@metrotesteirl.com  
Tel.: 528-7898 Cel.: 997 045 343 / 962 889 991  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST EIRL.



# Metrotest E.I.R.L.

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

### CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-151-2020

#### Observaciones

Automática; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 20 g

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP.003:2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del

#### Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

#### Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de Metrotest E.I.R.L.	Pesa de 10 kg (exactitud M1)	CMM-690-2019
Patrones de referencia de Metrotest E.I.R.L.	Pesa de 20 kg (exactitud M1)	CMM-691-2019
Patrones de referencia de Metrotest E.I.R.L.	Juego de pesas (exactitud F1)	CMM-688-2019
Patrones de referencia de INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	LM-415-2018 / LM-416-2018





# Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE CALIBRACION

### CMM-151-2020

#### Resultados de la Medición

Fecha de Calibración	2020-07-13
Identificación de la balanza	NO INDICA
Ubicación de la balanza	LAB. MASA DE METROTEST E.I.R.L. Caf. Aristides Sologuren N°484 Dpto. 102 Urb. Parques de Villa Sol - Los Olivos

#### INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste de cero	TIENE	Escala	NO TIENE
Oscilación Libre	TIENE	Cursor	NO TIENE
Plataforma	TIENE	Nivelación	TIENE
Sistema de traba	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Carga L1= 15.000 g			Carga L2= 30.000 g		
I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)
15.000	0,5	0,0	30.001	0,4	1,1
15.000	0,5	0,0	30.001	0,4	1,1
15.000	0,4	0,1	30.000	0,4	0,1
15.001	0,4	1,1	30.000	0,4	0,1
15.001	0,4	1,1	30.001	0,4	1,1
15.001	0,4	1,1	30.001	0,4	1,1
15.001	0,4	1,1	30.001	0,4	1,1
15.001	0,4	1,1	30.001	0,4	1,1
15.001	0,5	1,0	30.001	0,4	1,1
15.000	0,5	0,0	30.001	0,5	1,0
15.000	0,4	0,1	30.001	0,5	1,0
$\Delta E_{m\acute{a}x}$ (g)		1,1	$\Delta E_{m\acute{a}x}$ (g)		1,0
emp (g)		20	emp (g)		30

#### ENSAYO DE PESAJE

Carga (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				emp $\pm$ (g)
	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0,4	0,1						
20	20	0,4	0,1	0,0	20	0,4	0,1	0,0	10
100	100	0,4	0,1	0,0	100	0,4	0,1	0,0	10
500	500	0,4	0,1	0,0	500	0,4	0,1	0,0	10
1.000	1.000	0,5	0,0	-0,1	1.000	0,5	0,0	-0,1	10
5.000	5.000	0,5	0,0	-0,1	5.000	0,5	0,0	-0,1	10
10.000	10.000	0,4	0,1	0,0	10.000	0,5	0,0	-0,1	20
15.000	15.000	0,5	0,0	-0,1	15.001	0,5	1,0	0,9	20
20.000	20.000	0,4	0,1	0,0	20.000	0,4	0,1	0,0	20
25.000	25.001	0,4	1,1	1,0	25.001	0,4	1,1	1,0	30
30.000	30.001	0,4	1,1	1,0	30.001	0,4	1,1	1,0	30





# Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-151-2020

### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (g)
1	10	10	0,4	0,1	10.000	10.000	0,4	0,1	0,0	20
2		10	0,4	0,1		10.000	0,4	0,1	0,0	
3		10	0,4	0,1		10.000	0,4	0,1	0,0	
4		10	0,4	0,1		10.000	0,4	0,1	0,0	
5		10	0,4	0,1		10.000	0,4	0,1	0,0	

- emp Error Máximo Permitido
- l Indicación del instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga incrementada

### LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura corregida} = R - 0,000023638 \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{0,55267 \text{ g}^2 + 0,00000000016195 \times R^2}$$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.

Las emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 30000 g, División de verificación (e): 10 g y clase de exactitud III, según Norma Metroológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP:003:2009 - 2da Edición, es:

Intervalo		emp
0 g	a	10 g
5000 g	a	20 g
20000 g	a	30 g





# Metrotest E.I.R.L.

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

Página 1 de 2

### CERTIFICADO DE CALIBRACION CLM-346-2020

**Solicitante** : EMRAHI CONTRATISTAS E.I.R.L.

**Dirección** : JR. JAUREGUI NRO. 844 URB. CERCADO - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

**Instrumento de Medición** : EQUIPO PARA DENSIDADES

**Marca** : METROTEST

**Modelo** : MS-50

**Serie** : 523

**Identificación** : NO INDICA

**Procedencia** : PERÚ

**Lugar de medición** : Lab. Longitud de Metrotest E.I.R.L.

**Fecha de medición** : 2020-07-13

**Fecha de Emisión** : 2020-07-13

**Misión:**  
Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

**Visión:**  
Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios. Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

#### Método de medición Empleado

Tomando como referencia el manual de ensayo de materiales (EM 2000) Ensayo para determinar la densidad de los suelos en el campo por el método del cono de arenas MTC E 117 - 2000 Y LA NORMA ASTM C143 "Standard Test Method for Density and unit weight of soil in place by the sand - cone method"

#### Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	20,8 °C	20,8 °C
Humedad Relativa	58 %	59 %

#### Resultados de las Mediciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en las siguientes páginas del presente documento. La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

#### Observaciones:

(\*) Código asignado por Metrotest E.I.R.L.

#### PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia del METROTEST E.I.R.L.	Plie de rey Patrón con incertidumbre de 15 µm	CLM-001-2020
Patrones de referencia del METROTEST E.I.R.L.	Cinta Métrica Patrón con incertidumbre de 0,3 mm	CLM-003-2020



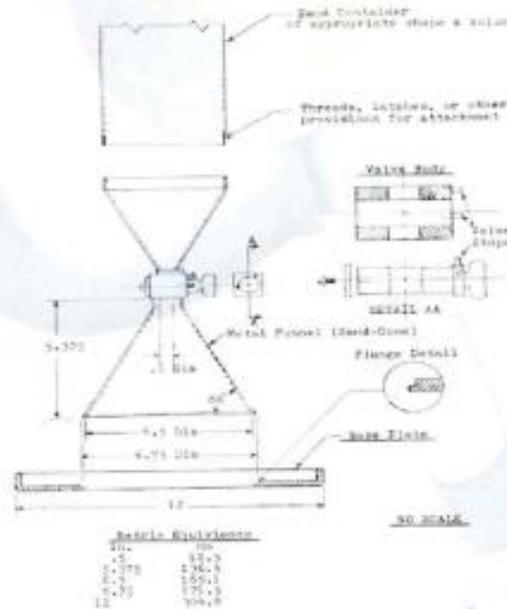
Luigi Asenjo G.  
Jefe de Metrología



RESULTADO DE MEDIONES

Diametro inferior promedio Medido (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máximo permitido (mm)
162.72	0,03	165,1

Altura promedio Medido (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máximo permitido (mm)
134.72	0,03	136,5



*[Signature]*  
Luigi Asenjo G.  
Jefe de Metrología

**Solicitante:** JOSANG IN ENGINEERING  
CONTRATISTAS S.A.C

**Dirección:** JR. FELIPE PARDO ALIAGA MZA. E2  
LOTE. 10B URB. SR. DE LOS MILAGROS - JULIACA

**Equipo:** EQUIPO PARA DENSIDAD CAMPO

**Marca:** PYS EQUIPOS

**Modelo:** PYS110

**Número de serie:** 219

**Procedencia:** Nacional

**Lugar de calibración:** Laboratorio PYS EQUIPOS

**Fecha de calibración:** 24/09/2020

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que se realizan en las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

#### Método de calibración

Tomando como referencia el manual de ensayo de materiales (EM 2000) Ensayo para determinar la densidad de los suelos en el campo por el método del cono de arenas MTC E 117 -2000 y la norma ASTM C 143

#### Trazabilidad

Se utilizaron patrones con trazabilidad al SI, calibrados en INACAL, con certificados de calibración: LLA – 038 -2020 y L-0214 – 2020

#### Condiciones ambientales

Temperatura promedio: 20.1 °C; Humedad relativa prom. 68 HR%

#### Resultados de Medición

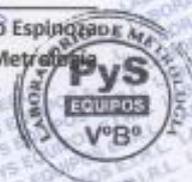
Diámetro Inferior Promedio (mm)	Incertidumbre de medición (mm)	Altura Promedio (mm)	Incertidumbre de medición (mm)
165.19	0.01	136.58	0.01

#### Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura K=2 para una distribución normal de aproximadamente 95%.

*Amed*

Amed Castillo Espinoza  
Técnico en Metrología



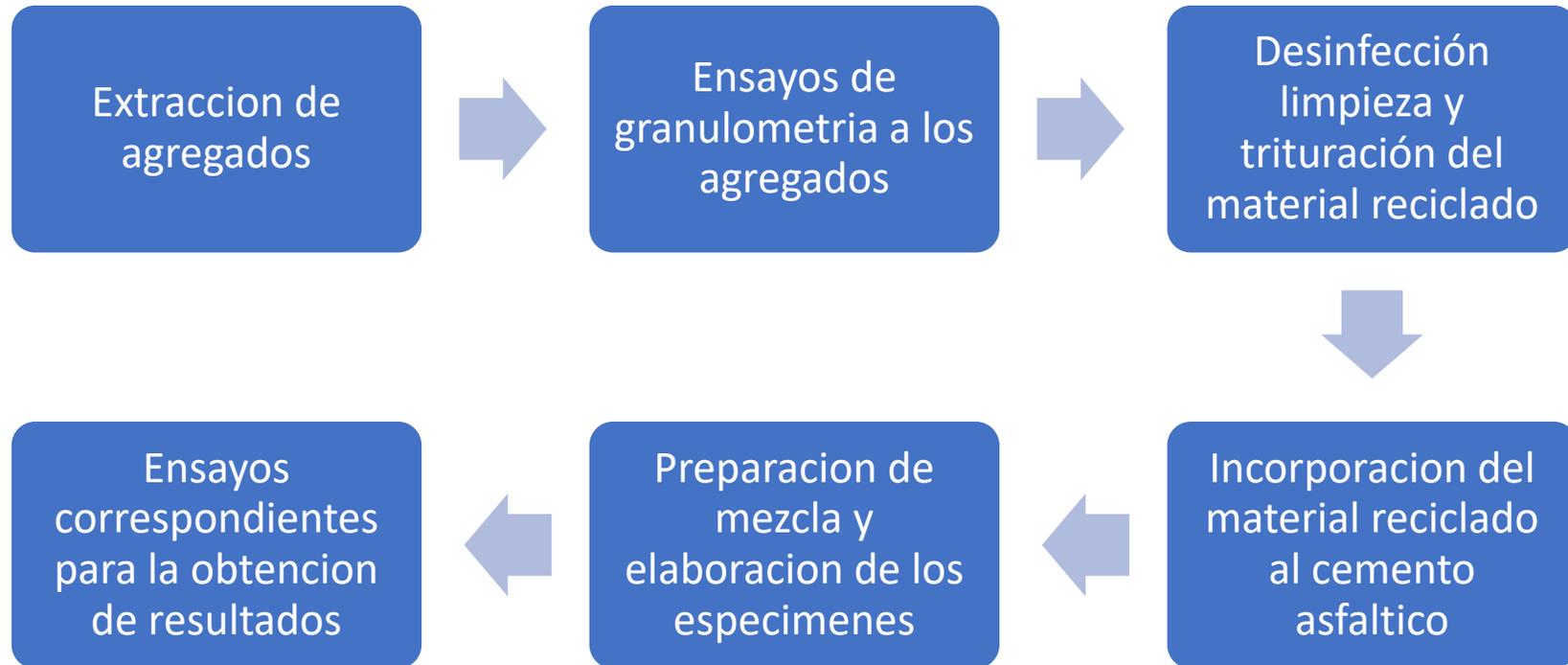
Calle 4, Mz F1 LL 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

## Anexo 7. Cuadro de dosificación y resultados de antecedentes

	AUTOR	TITULO	Año	Material agregado	Porcentaje adicionado de material reciclado (%)	Porcentaje a asfalto (%)	Flujo	Estabilidad	Rigidez	Resistencia a la compresion - Inmersión
Tesis Internacionales	ACUÑA FERNANDEZ XIMENA	EVALUACION DE CONDICIONES DE TEMPERATURA, TIEMPO Y PORCENTAJE DE POLIMERO AGREGADO EN LA MODIFICACION DE ASFALTOS CON PLASTICO RECICLADO PROVENIENTE DE ENVASES DE AGROQUIMICOS CON BASE EN GRADO DE DESEMPEÑO, REOLOGIA Y PROPIEDADES FISICO QUIMICAS (Costa Rica)	2018	Envases de agroquimicos reciclado	0.75%		Le brinda al asfalto mayor flujo	Con el transcurrir del tiempo la mezcla en estado liquido se vuelve inestable, se separa el asfalto con el plastico	Le brinda al asfalto mayor rigidez	Posee una alta resistencia
	SALAMANCA VERA DIEGO AGUSTIN	ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE MEZCLA ASFÁLTICA CON INCORPORACIÓN DE POLVO DE CAUCHO NACIONAL, MEDIANTE VÍA SECA, VERSUS MEZCLA CON ASFALTO MODIFICADO CON POLÍMEROS Y ASFALTO MULTIGRADO. TRAMO DE PRUEBA: CATAPILCO – LA LAGUNA (Chile)	2018	Polvo de caucho, polimeros y asfalto multigrado				La mezcla con polimeros son claramente mas estables que el con polvo de caucho	Con el polvo de caucho es casi dos veces mas rígido que el asfalto multigrados y el modificado con polimeros	Con polvo de caucho tiene mayor resistencia, seguido del con polimeros, siendo el multigrado mas deficiente
	VILLACIS CAMACHO FERNANDO	ASFALTO MODIFICADO CON MATERIALES DE DESECHO (Costa Rica)	2018	Palliet de PVC y polipropileno				El asfalto con polipropileno presenta mejor estabilidad que el asfalto con PVC.	El asfalto con PVC presenta mayor rigidez que el asfalto con polipropileno	
Tesis Nacionales	HUAMAN AREVALO YERSON EPIFANEO	COMPORTAMIENTO DE LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MODIFICADO CON EL USO DE POLÍMERO SBS EN LA AVENIDA CESAR CANEVARO, SAN JUAN DE MIRAFLORES, LIMA – 2019	2020	Polimeros SBS	0.00%	5.70	14.00	1330.50	3803.20	NO SE REALIZO EL ENSAYO
					5.00%		13.30	1882.00	5658.00	
					6.00%		14.30	2112.00	5907.00	
	CASO QUISPE SARA WAYTA, DE LA CRUZ GUTIERREZ GISELA	DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON POLÍMEROS RECICLADOS HDPE Y SBR, PARA PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA (Huancavelica, UNAH)	2021	polimeros reciclados HDPE	2.00	4.92	8.50 (0.01in)	1247.4 lb	utilizando la curva de vacios se obtuvo que el optimo contenido de HDPE para un 4.05% de vacios, siendo 4.0 % el porcentaje optimo del 4.92% de contenido optimo de cemento asfaltico calculado	
					4.00		11.23 (0.01in)	1735.84 lb		
					6.00		9.82 (0.01in)	1303.18 lb		
					8.00		9.99 (0.01in)	1182.19 lb		
					10.00		9.25 (0.01in)	1126.25 lb		
					4.00		9.65 (0.01in)	1069.32 lb		
				polimeros reciclados SBR	6.00	4.92	10.20 (0.01in)	1316.08 lb	utilizando la curva de vacios se obtuvo que el optimo contenido de SBR para un 4.05% de vacios, siendo 6.0 % el porcentaje optimo del 4.92% de contenido optimo de cemento asfaltico calculado	
					8.00		8.61 (0.01in)	1094.76 lb		
					10.00		8.44 (0.01in)	967.51 lb		
					12.00		9.51 (0.01in)	899.04 lb		
					1.00		9.84 (0.01in)	919.22 lb		
					2.00		10.26 (0.01in)	1473.81 lb		
polimeros reciclados 4.0% HDPE + SBR	3.00	4.92	9.57 (0.01in)	876.71 lb	utilizando la curva de vacios se obtuvo que el para un 4.00% de vacios, y un 4.0% de HDPE del 4.92% del cemento asfaltico calculado, siendo 2.0 % de SBR el porcentaje optimo del 4.92% de contenido optimo de cemento asfaltico calculado.					
	4.00		9.38 (0.01in)	949.75 lb						
	5.00		10.54 (0.01in)	720.79 lb						
CARBAJAL TRUJILLO ANTHONY JESUS	MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES REUTILIZANDO POLIPROPILENO Y POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD EN LA AV. CENTRAL, DISTRITO LOS OLIVOS - Lima 2020	2020	Polopropileno y polietileno de alta densidad	0.00	5.81	0.36 cm	1005 kg	2810 kg/cm	Al añadir 1% de polietileno y polipropileno reciclado se mejora la estabilidad y rigidez de la muestra control lo que implica mayor soporte de cargas de tránsito pesado comparándolo con la mezcla convencional.	
				1.00		0.39 cm	1298 kg	3333 kg/cm		
				2.00		0.41 cm	899 kg	2166 kg/cm		
				3.00		0.47 cm	451 kg	951 kg/cm		
Artículos	CARLOS IVANA CARDENAS LISETH YAJAIRA VACA CAICEDO CARLOS COSTA	ANÁLISIS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS MODIFICADAS CON MATERIALES DESECHABLES, ALTERNATIVOS, NO CONVENCIONALES (Colombia - UIB)	2020	ceniza de la cascarilla de arroz desperdicios plasticos icopor reciclado			El investigador observa mayores esfuerzos de cohesión, una considerable reducción de vacios y una buena resistencia, resultados que no determinan un aprovechamiento masivo de este producto. Indica que los desperdicios plasticos mejoran de manera significativa las propiedades mecanicas con la adición de 0.4% de desperdicios de plastico, con respecto al peso de la muestra. Encuentra inconvenientes a la hora de integrar el icopor al asfalto, aunque este fue triturado el icopor se vitrifica y este obstaculiza el proceso.			
	ALEJANDRA BALDI	EVALUACION DE DESEMPEÑO DE LA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON RESIDUOS DE PVC TIPO BLISTER (Costa Rica)	2021	Residuos de pvc		6.32	La mezcla modificada con material de desecho tipo blister con el 6.32 % de asfalto resultado tener mejor desempeño y propiedades mecanicas que la mezcla control o convencional. Este estudio permitió identificar que el blister es apto para ser utilizado en proyectos de infraestructura vial, generando una alternativa de reutilización			
	ANGIE JIMENEZ	ANALISIS DEL DESMPEÑO MECANICO DE UNA MEZCLA ASFALTICA MODIFICADA CON FIBRA DE BAMBU	2021	Fibra de bambu	1.00	5.84	la mezcla con fibra obtiene un buen desempeño en las propiedades mecanicas aportando mejor resistencia a la fatiga, con respecto a la disminución de vacios es necesario solventar esta con otros ensayos.			

## Anexo 8. Procedimientos



## Anexo 9. Captura de pantalla turnitin

### DPI. DANIRA RUELAS TURNITIN.docx

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	4%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	3%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	2%
4	<a href="https://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://repositorio.unsaac.edu.pe">repositorio.unsaac.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	K. Lakshmi Roja, Amara Rehman, Mabrouk Ouederni, Senthil Kumar Krishnamoorthy, Ahmed Abdala, Eyad Masad. "Influence of polymer structure and amount on microstructure and properties of polyethylene-modified asphalt binders", Materials and Structures, 2021 Publicación	1%

Anexo 10. Normativa



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles

**MANUAL DE CARRETERAS**  
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**  
**GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN**

**EG-2013**



**Revisada y Corregida a Junio 2013**



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles



## MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES



Edición Mayo de 2016

 **PERÚ** PROGRESO  
PARA TODOS



Standard Method of Test  
for



## Resistance to Plastic Flow of Bituminous Mixtures Using Marshall Apparatus

AASHTO DESIGNATION: T 245-97<sup>1</sup>  
(ASTM DESIGNATION: D 1559-76)

### 1. SCOPE

**1.1** This method covers the measurement of the resistance to plastic flow of cylindrical specimens of bituminous paving mixture loaded on the lateral surface by means of the Marshall apparatus. This method is for use with mixtures containing asphalt cement, asphalt cut-back or tar, and aggregate up to 25.4-mm (1-in.) maximum size.

### 2. APPARATUS

**2.1 Specimen Mold Assembly**—Mold cylinders 101.6 mm (4 in.) in diameter by 76.2 mm (3 in.) in height, base plates, and extension collars shall conform to the details shown in Figure 1. Three mold cylinders are recommended.

**2.2 Specimen Extractor**, steel, in the form of a disk with a diameter not less than 100 mm (3.95 in.) and 12.7 mm ( $\frac{1}{2}$  in.) thick for extracting the compacted specimen from the specimen mold with the use of the mold collar. A suitable bar is required to transfer the load from the ring dynamometer adapter to the extension collar while extracting the specimen.

**2.3 Compaction Hammer**—The compaction hammer (Figure 2) shall have a flat, circular tamping face and a  $4536 \pm 9$  g ( $10 \pm 0.02$  lb) sliding weight (including safety finger guard if so equipped) with a free fall of 457.2  $\pm$  1.524 mm ( $18 \pm 0.06$  in.).

**NOTE 1**—The compaction hammer may be equipped with a finger safety guard as shown in Figure 2.

**NOTE 2**—Instead of a hand-operated hammer, and associated equipment described in Sections 2.3, 2.4, and 2.5, a mechanically operated hammer may be used provided it has been calibrated to give results comparable with the hand-operated hammer.

**2.4 Compaction Pedestal**—The compaction pedestal shall consist of a 203.2 by 203.2 by 457.2-mm (8 by 8 by 18-in.) wooden post capped with a 304.8 by 304.8 by 25.4-mm (12 by 12 by 1-in.) steel plate. The wooden post shall be oak, pine, or other wood having an average dry weight of 0.67 to 0.77 g/cm<sup>3</sup> (42 to 48 lb/ft<sup>3</sup>). The wooden post shall be secured by four angle brackets to a solid concrete slab. The steel cap shall be firmly fastened to the post. The pedestal assembly shall be installed so that the post is plumb and the cap is level.

**2.5 Specimen Mold Holder**, mounted on the compaction pedestal so as to center

the compaction mold over the center of the post. It shall hold the compaction mold, collar, and base plate securely in position during compaction of the specimen.

**2.6 Breaking Head**—The breaking head (Figure 3) shall consist of upper and lower cylindrical segments or test heads having an inside radius of curvature of 50.8 mm (2 in.) accurately machined. The lower segment shall be mounted on a base having two perpendicular guide rods or posts extending upward. Guide sleeves in the upper segment shall be in such a position as to direct the two segments together without appreciable binding or loose motion on the guide rods.

**2.7 Loading Jack**—The loading jack (Figure 4) shall consist of a screw jack mounted in a testing frame and shall produce a uniform vertical movement of 50.8 mm (2 in.)/min. An electric motor may be attached to the jacking mechanism.

**NOTE 3**—Instead of the loading jack, a

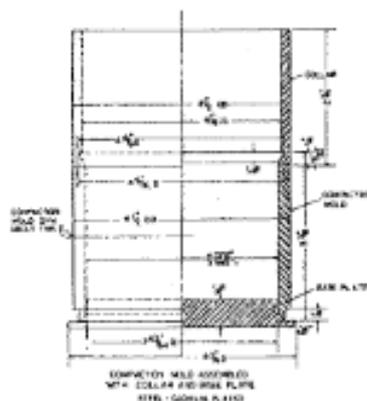
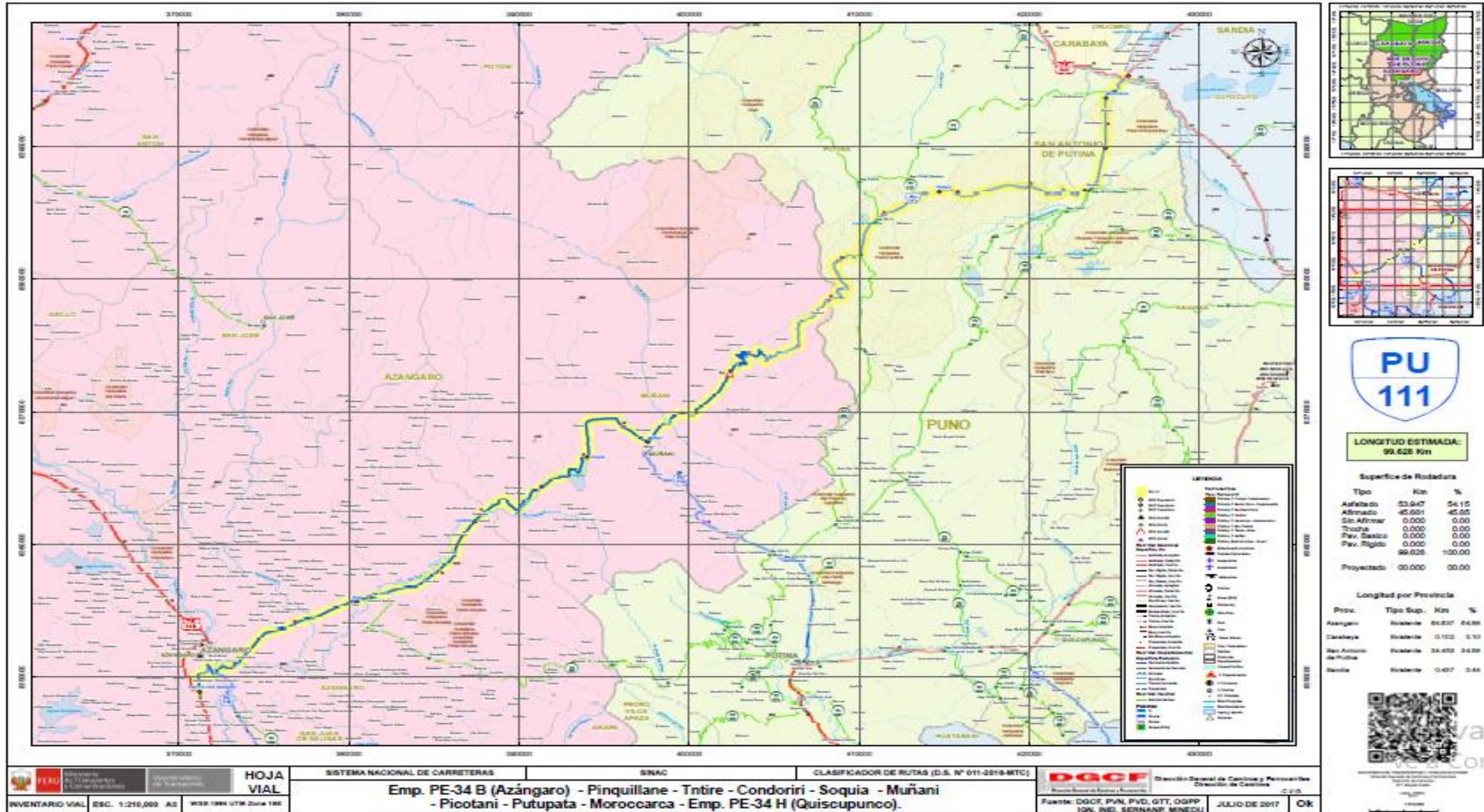


FIGURE 1 Compaction Mold

<sup>1</sup> Except for provisions for mechanically operated hammer this method agrees with ASTM D 1559-76.

## Anexo 11. Mapas y planos



## Anexo 12. Panel Fotográfico



FOTO 01.-Vista  
fotográfica del cuarteo  
de los agregados,  
previo a los ensayos de  
granulometría

Juliaca, Abril 2022



FOTO 02.-Vista  
fotográfica se aprecia la  
incorporación de los  
agregados a los tamices  
para la granulometría  
correspondiente.

Juliaca, Abril 2022

FOTO 03.-Vista  
fotográfica se aprecia la  
granulometría a los  
agregados finos y el  
filler.

Juliaca, abril 2022



FOTO 04.-Vista  
fotográfica se aprecia la  
dosificación de  
agregados para la  
elaboración de las  
mezclas asfálticas.

Juliaca, abril 2022

FOTO 05.-Vista  
fotográfica se aprecia la  
preparación de la  
mezcla asfáltica  
convencional para  
encontrara el contenido  
optimo del asfalto.

Juliaca, Abril 2022



FOTO 06.-Vista  
fotográfica se aprecia la  
colocación de la mezcla  
asfáltica caliente a las  
briquetas para su  
compactación a 75  
golpes.

Juliaca, Abril 2022

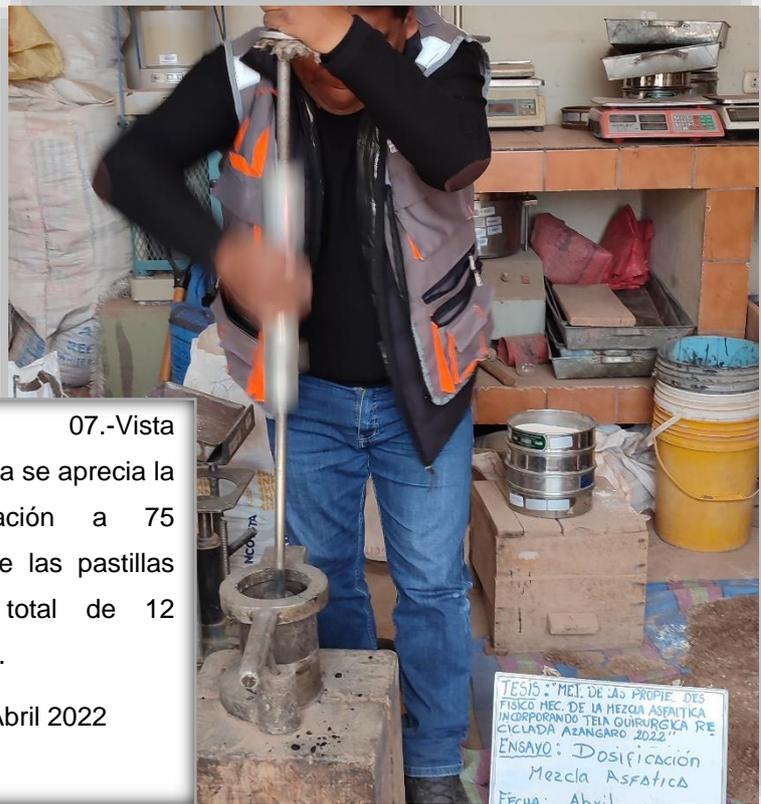


FOTO 07.-Vista  
fotográfica se aprecia la  
compactación a 75  
golpes de las pastillas  
en un total de 12  
unidades.

Juliaca, Abril 2022



FOTO 08.-Vista  
fotográfica se aprecia la  
extracción de las  
muestras de las  
briquetas para su  
posterior enfriamiento y  
ensayo de Marshall.

Juliaca, Abril 2022



FOTO 09.-Vista fotográfica se aprecia el ensayo Marshall en las muestras obtenidas, buscando el contenido optimo del asfalto.

Juliaca, Abril 2022



FOTO 10.-Vista fotográfica se aprecia el baño maría de las muestras obtenidas.

Juliaca, Abril 2022

FOTO 11.-Vista fotográfica se aprecia la incorporación de la tela quirúrgica reciclada triturada a la preparación de la mezcla asfáltica para encontrar el contenido óptimo de tela quirúrgica.



FOTO 12.-Vista fotográfica se aprecia la colocación de la mezcla asfáltica caliente con la tela quirúrgica incorporada a las briquetas para su compactación a 75 golpes.

Juliaca, Abril 2022



FOTO 13.-Vista  
fotográfica se aprecia la  
compactación a 75  
golpes de las pastillas  
en un total de 12  
unidades de Mac  
modificada.

Juliaca, Abril 2022



FOTO 14.-Vista  
fotográfica se aprecia la  
extracción de las  
muestras de las  
briquetas para su  
posterior enfriamiento y  
ensayo de Marshall.

Juliaca, Abril 2022



FOTO 15.-Vista fotográfica se aprecia el ensayo Marshall en las muestras obtenidas, buscando el contenido óptimo de tela quirúrgica reciclada al asfalto.



FOTO 16.-Vista fotográfica se aprecia el lavado asfático, para realizar el control a las muestras.  
Juliaca, Abril 2022