



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**Evaluación de las propiedades mecánicas en la utilización
de plásticos reciclados para la mezcla de asfalto**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

Autor (es)

Bach. Bailon Fiorentini Brian Leonardo
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5953-0239>

Asesor(a)

Mg. Salinas Vasquez Nestor Raúl
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5431-2737>

Línea de Investigación

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú

2023

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE
PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO**

Aprobación del jurado

DR. MARÍN BARDALES NOE HUMBERTO

Presidente del Jurado de Tesis

MSC. ORDINOLA LUNA EFRAIN

Secretario del Jurado de Tesis

MSC. SALINAS VASQUEZ NESTOR RAÚL

Vocal del Jurado de Tesis

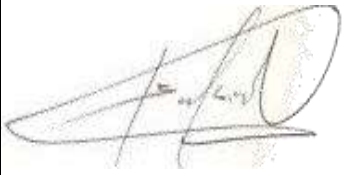
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la **DECLARACIÓN JURADA**, soy egresado (s) del Programa de Estudios de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firma:

Bailon Fiorentini Brian Leonardo	DNI: 76936635	
----------------------------------	---------------	---

Pimentel, 04 de mayo de 2023.

Dedicatoria

A Dios, a mi abuelo y a mis padres por posibilitar que culmine con éxito mi carrera profesional. A mi padre Carlos Bailón Espinoza, y a mi madre María Egizia Fiorentini Alonso por su gran apoyo en toda mi carrera profesional y para mi hermano que va por el mismo camino sea un incentivo. A cada uno de mis docentes por compartir sus conocimientos y experiencias que me servirán de ahora y más adelante.

Agradecimientos

A mi madre, por su constante ímpetu para poder culminar mi carrera profesional exitosamente, a Dios por darme salud e iluminarme en cada momento de mi vida. A mis docentes que fueron fundamentales para entender a profundidad lo que es la carrera de Ingeniería Civil.

Índice

Dedicatoria	4
Agradecimientos	5
Resumen	11
Abstract	12
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática.	13
1.2. Formulación del problema.....	18
1.3. Hipótesis	18
1.4. Objetivos.....	18
1.5. Teorías relacionadas al tema.....	18
II. MATERIALES Y MÉTODO	31
2.1. Tipo y Diseño de Investigación	31
2.2. Variables, Operacionalización.....	31
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.....	34
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..	34
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	36
2.6. Criterios éticos	38
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
3.1. Resultados.....	39
3.2. Discusión	84
3.3. Aporte de la investigación	84
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
4.1. Conclusiones	85
4.2. Recomendaciones	86
REFERENCIAS	87
ANEXOS	91

Índice de tablas

TABLA I DESARROLLO DEL ASFALTO EN LA HISTORIA	19
TABLA II VARIABLE INDEPENDIENTE	32
TABLA III VARIABLE DEPENDIENTE	33
TABLA IV GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO	40

TABLA V GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO	41
TABLA VI GRANULOMETRÍA GENERAL	42
TABLA VII GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS .	43
TABLA VIII PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO.....	44
TABLA IX PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS.....	45
TABLA X PORCENTAJE DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS.....	45
TABLA XI LÍMITES DE ATTERBERG.....	47
TABLA XII TABLA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO.....	51
TABLA XIII TABLA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO.....	52
TABLA XIV LÍMITES DE ATTERBERG E ÍNDICE DE PLASTICIDAD	53
TABLA XV RESULTADOS PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO	54
TABLA XVI RESULTADOS PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO	55
TABLA XVII RESULTADO PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS.....	57
TABLA XVIII RESULTADO PORCENTAJE DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS.....	58
TABLA XIX RESULTADO PORCENTAJE DE SALES TOTALES.....	59
TABLA XX RESULTADO PESO UNITARIO Y HUMEDAD DEL AGREGADO FINO	60
TABLA XXI RESULTADO PESO UNITARIO Y HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO	61
TABLA XXII RESULTADO PESO UNITARIO PET	62
TABLA XXIII DOSIFICACIÓN 4.5%ASF+0%PET	63
TABLA XXIV DOSIFICACIÓN 5%ASF+0% <i>PET</i>	64
TABLA XXV DOSIFICACIÓN 5.5%ASF+0% <i>PET</i>	64
TABLA XXVI DOSIFICACIÓN 6%ASF+0% <i>PET</i>	65

TABLA XXVII DOSIFICACIÓN 6.5%ASF+0%PET	65
TABLA XXVIII ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA MEZCLA PATRÓN.....	66
TABLA XXIX DOSIFICACIÓN 3%PET+4.5%ASF.....	67
TABLA XXX DOSIFICACIÓN 3%PET+5%ASF.....	67
TABLA XXXI DOSIFICACIÓN 3%PET+5.5%ASF.....	68
TABLA XXXII DOSIFICACIÓN 3%PET+6%ASF.....	68
TABLA XXXIII DOSIFICACIÓN 3%PET+6.5%ASF.....	69
TABLA XXXIV ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA CON 3%PET	69
TABLA XXXV DOSIFICACIÓN 3.5%PET+4.5%ASF	70
TABLA XXXVI DOSIFICACIÓN 3.5%PET+5%ASF	70
TABLA XXXVII DOSIFICACIÓN 3.5%PET+5.5%ASF	71
TABLA XXXVIII DOSIFICACIÓN 3.5%PET+6%ASF	71
TABLA XXXIX DOSIFICACIÓN 3.5%PET+6.5%ASF	72
TABLA XL ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA CON 3.5%PET	73
TABLA XLI DOSIFICACIÓN 4%PET+4.5%ASF	74
TABLA XLII DOSIFICACIÓN 4%PET+5%ASF	74
TABLA XLIII DOSIFICACIÓN 4%PET+5.5%ASF	74
TABLA XLIV DOSIFICACIÓN 4%PET+6%ASF.....	75
TABLA XLV DOSIFICACIÓN 4%PET+6.5%ASF.....	75
TABLA XLVI ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA CON 4%PET	76
TABLA XLVII DOSIFICACIÓN 4.5%PET+4.5%ASF	77
TABLA XLVIII DOSIFICACIÓN 4.5%PET+5%ASF	77
TABLA XLIX DOSIFICACIÓN 4.5%PET+5.5%ASF	77

TABLA L DOSIFICACIÓN 4.5%PET+6%ASF.....	78
TABLA LI DOSIFICACIÓN 4.5%PET+6.5%ASF.....	78
TABLA LII ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA CON 4.5%PET	79
TABLA LIII <i>Dosificación 5%PET+4.5%asf</i>	80
TABLA LIV DOSIFICACIÓN 5%PET+5%ASF.....	80
TABLA LV DOSIFICACIÓN 5%PET+5.5%ASF.....	80
TABLA LVI DOSIFICACIÓN 5%PET+6%ASF.....	81
TABLA LVII DOSIFICACIÓN 5%PET+6.5%ASF.....	81
TABLA LVIII ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA CON 5%PET	82
TABLA LIX RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN ENSAYOS DE LOS AGREGADOS PÉTREOS.....	83

Índice de figuras

Fig. 1. Composición del asfalto.....	23
Fig. 2. Desarrollo de emulsiones asfálticas.....	25
Fig. 3. Procedimiento de análisis de datos.....	37
Fig. 4. Previo al tamizado de agregados.....	40
Fig. 5. Colocación de agregado fino en fiola.....	43
Fig. 6. Muestras encerradas en bolsas.....	47
Fig. 7. Toma de pesos en laboratorio.....	48
Fig. 8. Colocación de agua destilada a la muestra.....	49
Fig. 9. Filtrando con embudo y uso de papel filtro.....	49
Fig. 10. Curva granulométrica del agregado fino.....	52

Fig. 11. Curva granulométrica del agregado grueso.....	53
Fig. 12. Curva de fluidez	54

Resumen

La gran cantidad de plástico proviene principalmente de las botellas que damos uso diariamente, sirve de mucho dado a su bajo costo de producción, sin embargo, muchas de estas botellas terminan varadas en las calles, playas y ríos, generando contaminación, se espera reciclar mucho de este material ya que puede ser usado por eficientes razones.

En esta investigación se estudió, ensayó y analizó los materiales para la composición de la mezcla asfáltica en caliente con una incorporación de plástico triturado proveniente de botellas recicladas conformado por Tereftalato de Polietileno (PET), se comparó la mezcla asfáltica tradicional y la modificada para un tránsito medio.

Se hicieron experimentos agregando 3%, 3.5%, 4%, 4.5% y 5% de PET a la mezcla asfáltica, siendo el objetivo evaluar e interpretar las propiedades mecánicas de cada ensayo. Se realizaron mediante el método Marshall establecidas en el EG-2013 (MTC) un total de 90 briquetas entre la mezcla patrón y las muestras modificadas con PET. Los resultados detallan que es dable la opción de incorporar 3% de PET con 5.8% de PEN 60/70 ya que la estabilidad aumenta un 35.12% y el flujo un 57.6% con respecto a la mezcla asfáltica patrón.

Se concluye que es dable agregar cierto porcentaje de PET a la mezcla asfáltica para mejorar sus propiedades mecánicas ya que incrementa su resistencia a la deformación que provoca el peso. Así, se ve que es muy importante cambiar la mezcla asfáltica tradicional por una con incorporación de PET, porque se optimizan las propiedades mecánicas.

Palabras Clave: Marshall, plástico, pet.

Abstract

The large amount of plastic comes mainly from the bottles that we use on a daily basis, it is very useful due to its low production cost, however, many of these bottles end up stranded in the streets, beaches and rivers, generating pollution, it is expected to recycle much of this material as it can be used for efficient reasons.

In this research we studied, tested and analyzed the materials for the composition of the hot asphalt mix with an incorporation of crushed plastic from recycled bottles made up of Polyethylene Terephthalate (PET), comparing the traditional asphalt mix and the modified one for medium traffic.

Experiments were carried out by adding 3%, 3.5%, 4%, 4.5% and 5% PET to the asphalt mix, with the objective of evaluating and interpreting the mechanical properties of each test. A total of 90 briquettes between the standard mix and the samples modified with PET were made using the Marshall method established in the EG-2013 (MTC). The results show that the option of incorporating 3% PET with 5.8% of PEN 60/70 is feasible, since the stability increases 35.12% and the flow 57.6% with respect to the standard asphalt mix.

It is concluded that it is possible to add a certain percentage of PET to the asphalt mix to improve its mechanical properties since it increases its resistance to deformation caused by weight. Thus, it is seen that it is very important to change the traditional asphalt mix for one with PET incorporation, because the mechanical properties are optimized.

Key words: Marshall, plastic, pet.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

La infraestructura vial siempre ha sido un tema crucial en todas partes del mundo, estas apoyan a cada comunidad a seguir creciendo, tanto económicamente como tecnológicamente. Países que cuenten con estructuras viales en mal estado o deterioro o inclusive zonas sin pavimento no les permite desarrollar de una manera adecuada. No obstante, existe otro problema, y este refiere al deterioro del ecosistema y vida del planeta, la contaminación por desechos plásticos es un tema muy relevante últimamente dado el nivel de cifras impactantes respecto a cantidades de toda clase de plásticos a la deriva.

Hoy en día la generación en todo el mundo de residuos proveniente de plásticos, supera la enorme cantidad (en toneladas) de 300 millones anualmente, también, aumenta en una tasa anual del 4%, por tal motivo el reciclaje se reconoció como un recurso crucial para tratar los peligros ambientales por culpa de los desechos plásticos [1].

El plástico es un problema extremo en todo el mundo, dado a su amplia necesidad de uso y más a su escaso reciclaje, en un sondeo australiano se concluyó que en los años 2016-2017 se generó un total de más de 3.5 millones de toneladas de plástico y tan solo se reciclaron poco más de 415 000 toneladas [2]. En el continente asiático, específicamente en Indonesia, anualmente generan un aproximado de 65 millones de toneladas de material residual, de estos, casi 10 millones de toneladas es plástico [3].

Aunque la gestión de desechos plásticos en la unión europea está progresando, poco más del 40% de desechos plásticos se envían a incinerar y el 30% se recicla [4]. Aunque China es el principal fabricante y usuario de plásticos del mercado mundial, también es el mayor reciclador del mundo; en estos últimos años China recicla un aproximado de 30 millones de toneladas en desechables plásticos de manera anual [5]. En Norteamérica, el 53% de todos sus desechos sólidos, son plásticos y estos se tiran al vertedero, el 13% aproximadamente son residuos plásticos, mientras que en Jordania son miles de toneladas

anuales las que se desechan en vertederos [6]. Según [7] en Egipto buscan alternativas para mejorar el pavimento, sin embargo, no es una solución óptima incinerar o echar al vertedero los residuos plásticos.

Dada este sin fin de razones, [8] propone una de las soluciones más importantes y trascendentes, como opinión propia, de incorporar cierto polímero como aditivo, para así no solo evitar el daño que por naturaleza sufren los pavimentos asfálticos, sino que también, es una solución medioambiental muy interesante ya que hoy en día la contaminación en el mundo por residuos plásticos es increíblemente enorme.

[9] nos dice que los desperfectos en los pavimentos comúnmente son los baches, estos se generan conforme pasa el tiempo, y en algunos casos casi inmediatamente, pueden ser generados por las siguientes causas:

- Fatiga debido al pesado tránsito.
- Mal diseño geométrico.
- Carpetas asfálticas de mala calidad o escaso espesor.
- Exceso de humedad en pavimento o falta de drenajes, etc.

Se hizo un muestreo en la capital del Perú, Lima, en cuatro playas populares y se halló en abundancia micro plásticos de todo color, tamaño y tipo, sin embargo, se necesita investigar más ya que la información es muy escasa [10] . Agrega [11] que en el Perú se plantea controlar el consumo de plásticos y bolsas de un solo uso con estrategias económicas y educativas.

Todo este plástico en vez de estar contaminando nuestros recursos naturales y nuestras calles deberían estar empleándose para construcciones y/o pavimentaciones.

Se han hecho diversos estudios sobre el uso exclusivo de botellas PET de reciclaje para sustituir el agregado para las mezclas asfálticas, sin embargo, nos indica [12] en su

estudio sobre la viabilidad de poder utilizar el tereftalato de polietileno (PET), estos muy usados para la creación de botellas de agua; usando cantidades en porcentajes del 0, 5, 10,15 y 20% de micronizada PET concluyendo así, que sus resultados no beneficiaron de una manera muy significativa al pavimento en su resistencia o en su alta elasticidad del PET.

Sin embargo, [13] evaluaron la mezcla asfáltica a 100°C incluyendo escamas plásticas de desecho. Esta investigación la dividió en dos etapas examinando el asfalto de mezcla caliente comúnmente usada y una mezcla con el material plástico; luego estableció las composiciones y evaluó el desempeño dando como resultado que el material plástico aumentó levemente la rigidez, y en ambas, fueron los mismos resultados la resistencia a la fatiga. Luego concluyó, si al bitumen en caliente le incorporamos residuos plásticos, estos tendrían resultados prometedores en carreteras de tráfico bajo a intermedio.

Por otra parte, [14] investigaron para una evaluación de la potencia de la estabilidad del deterioro debido a la humedad en caliente de la masa asfáltica por medio de la adición de cantidades distintas de residuos plásticos, adoptando la espectroscopia infrarroja (FTIR), la espectroscopia de fuerza utilizando un microscopio de fuerza atómica (AFM), Marshall y métodos de prueba de resistencia a la tracción directa; tomando como conclusiones que la combinación del plástico en mezcla asfáltica en caliente crea una pasta tenaz a la humedad y además previsto para una larga duración.

Para [15] está de acuerdo que todos los ingenieros de carreteras que quieran alcanzar un excelente rendimiento para un pavimento flexible deben optimizar la capa de desgaste del pavimento flexible ya que, los fluidos toman su ingreso por las bases densamente graduadas por medio de las grietas y quedan atrapados, esto afecta considerablemente la estructura del pavimento y su performance bajo cargas, por eso en su investigación nos dice que adicionándole polímeros a la mezcla, éstas mitigarían estos problemas. Su estudio se basó en un análisis de laboratorio, el cual, mediante el método Marshall se determina los porcentajes óptimos del aglutinante (3, 3.5, 4 y 4.5) %.

Ante la falta de documentación, [16] realizaron un estudio sobre la fractura y las propiedades mecánicas de las combinaciones del material bituminoso integradas en las mezclas asfálticas con fragmentos de tereftalato de polietileno (PET). Se utilizaron gránulos de PET para reemplazar una parte en peculiar de agregados minerales con distintos contenidos de (0, 30, 50, 70 y 100)%. Esto se refiere a la resistencia a la fatiga indirecta (ITS), también sensibilidad a la humedad; estas se realizaron en distintos escenarios de prueba, también se usó el modelo Weibull para lograr conseguir información más detallada de los datos de fracturas. Dando como conclusión de los resultados que el aumento de alto porcentaje de PET dio un bajo ITS, pero se mejoró la resistencia hacia la humedad, bajando la cantidad de PET se concluyó que el uso de distintos contenidos podría aumentar la rigidez de las mezclas.

Por su parte [17] en su estudio para incentivar un enfoque reciclador investiga una innovadora solución de un aditivo derivado del tereftalato de polietileno (PET) residual como agente antideslizante para mezclas asfálticas ya que el daño provocado por la humedad figura uno los del primordiales desafíos para la durabilidad del pavimento asfáltico, ya que es viable para sufrir daños prematuros, como grietas, desmoronamientos y los comúnmente baches. Como primer paso se empezó recogiendo PET desechable y se subyugó a una reacción de aminólisis para generar el aditivo de PET a base de amina, esto se usó para modificar el betún. Luego a través del ensayo de ebullición y la de resistencia a la tracción indirecta (ITS) se hizo la evaluación de susceptibilidad a la humedad, adicionalmente se hizo una simulación de dinámica molecular (MD) esto para examinar el producto del aditivo PET respecto a la densidad del aglutinante. Los resultados de simulación y el experimental demuestran con firmeza que el aditivo derivado del PET desechable puede aumentar la capacidad de resistir de la mezcla asfáltica, la humedad.

[18] investigó y proporcionó el resultado del comportamiento respecto a la carpeta asfáltica con plásticos residuales con la carpeta asfáltica tradicional, el resultado es una mejora en la disminución del flujo en relación con la mixtura de control, con respecto al resultado experimental., todos los ensayos fueron mediante el método Marshall con tres

porcentajes distintos de PET, concluyendo que el cual refleja resultados óptimos y muy convenientes para el desarrollo de esta investigación es el de 1%. Estos resultados coronan en que muy a parte de suministrar propiedades de elasticidad a la mezcla de asfalto, estas también contribuyen a un aumento de la rigidez, por tanto, se obtuvo una mezcla con dos características de alto impacto e importancia ante las llamadas deformaciones permanentes. Así mismo, económicamente hablando, la mezcla asfáltica con plástico reciclado representa una menor cantidad financiera en comparación con la mezcla de asfalto tradicional.

[19] da un resultado para contrarrestar la poca vida útil debido a los esfuerzos en los que están sometidos los pavimentos, por eso el estudio de una mezcla asfáltica modificada, cuyo objetivo tendría el de analizar el efecto del plástico reciclado en la mezcla asfáltica en frío y que ésta concuerde con las especificaciones mínimas establecidas en el reglamento del MTC. En los ensayos utilizó fibras de polietileno triturado (PET) para una mezcla asfáltica en frío y los resultados se encontraban dentro de los parámetros establecidos del MTC respecto a la estabilidad y flujo, agregó para 126 briquetas la cantidad de 1, 2, 3, 5, 7, 10 en porcentaje a la mezcla, después fue compactada por los tres tipos de tránsito, liviano, mediano y pesado. Finalmente concluyó que el tanto por ciento idóneo es el 5% de PET en el caso del tráfico pesado, puesto que el mismo presenta mayores exigencias que el árido.

Como justificación e importancia respecto al nivel tecnológico, ambiental y tecnológico se tiene que innovar, conocer y crear materiales capaces que al enlazar sus componentes mediante una mezcla homogénea resulte una muy importante opción para la creación de nuestras carreteras, informándonos así mismo sobre las propiedades que éste agregue o mejore sobre la mezcla asfáltica para un recurrente crecimiento a la sostenibilidad del país, también preservar el medio ambiente re usando el material desechable más abundante del planeta que afecta a todo organismo vivo existente, así mismo otorgar un pavimento mediante el cual mejore la realidad de la población otorgándole mejores cualidades respecto a sus propiedades del pavimento.

1.2. Formulación del problema

¿En qué sentido mejora, respecto a la calidad y a sus propiedades mecánicas, la utilización de plástico reciclado triturado a la mezcla de asfalto?

1.3. Hipótesis

Con la incorporación de plástico reciclado, las propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica mejoraron en comparación con la mezcla asfáltica tradicional.

1.4. Objetivos

Objetivo general

Estudiar el comportamiento de la mezcla asfáltica modificada con plástico reciclado y compararla con la tradicional.

Objetivos específicos

- Realizar ensayos del plástico triturado y de los agregados pétreos para el diseño de la mezcla.
- Determinar el diseño de la mezcla patrón y realizar la caracterización de estabilidad y flujo.
- Caracterización física de la mezcla asfáltica a usar.
- Caracterización de estabilidad y flujo del asfalto patrón más 3%, 3.5%, 4%, 4.5% y 5% de contenido de plástico.
- Determinar el porcentaje óptimo de asfalto.

1.5. Teorías relacionadas al tema

A) Asfalto

Según la arqueología, el pavimento con plástico triturado constituye como uno de esos elementos arquitectónicos más veteranos utilizados por el hombre. El término asfalto deriva de la expresión sphalto que significa "duradero" según la lengua que se hablaba en los años 1400 y 600 a.C. en las orillas del Tigris en el continente asiático, luego la expresión se adoptó por el griego, después por el latín, finalizando al inglés; componente necesario para la creación de las llamadas mezclas asfálticas. Ahora al asfalto se le conoce como una materia sólida de color negro, así mismo glutinoso y pegajoso dependiendo de la temperatura ambiente, a una temperatura de 100°C recrea una coherencia de textura tipo pasta, por ende, este se despliega con simplicidad.

En la actualidad, el asfalto se sigue empleando como material para unir, revestir o hidrofugar piezas. Al ser un producto extremadamente polivalente, podría afirmarse que se trata del producto de construcción por excelencia utilizado por la humanidad. [20].

a) Origen del asfalto

El asfalto es un compuesto oscuro con características bituminosas, se constituye primordialmente por resinas, asfáltenos y aceites, estos elementos son los que le otorgan las peculiaridades de aglutinación, consistencia y de ductilidad; para un óptimo rendimiento de la mezcla asfáltica en grupo con el material pétreo es crucial para alcanzar el resultado satisfactorio esperado. Para lograr un buen trabajo en el pavimento, el asfalto debe ser el correcto respecto a su uso y en función al clima, así también para qué tipo de tránsito estará diseñado y la velocidad de operación en la que se sostiene la pista o carretera durante su vida útil [21].

TABLA I

DESARROLLO DEL ASFALTO EN LA HISTORIA

Año	Acontecimiento
-----	----------------

Siglo XVI	A mitad del siglo, Cristóbal Colón descubre el betún natural en la Isla de Trinidad. Un siglo más tarde, Sir. Walter Raleigh tomó posesión de él para la Corona Británica.
1681	Los ingleses Joakin Becher y Henry Serie registraron una patente relativa a “un nuevo método para extraer brea y alquitrán del carbón de piedra”. En Grecia Eirini D'Eyrinis descubrió, el yacimiento de asfalto de Val de Travers en Suiza y luego el yacimiento de Seyssel en el Valle del Rodano. A partir de estos yacimientos se elaboró el “mastic de asfalto”, aplicado al revestimiento de caminos.
1712	
1824	La firma Pillot et Eyquem comenzó a fabricar adoquines de asfalto.
1837	Se pavimentó, con adoquines de asfalto, la plaza de la concordia y los Campos Elíseos en París.
1852	Se construyó la carretera Paris-Perpiñan con asfalto de Vals Travers, que significó el comienzo de una nueva forma de construcción vial.
1869	Se introduce el procedimiento de construcción con asfalto en Londres (con asfalto de Vals de Travers). Se introduce el procedimiento de construcción con asfalto en los Estados Unidos.
1870	Desde esta época, el “asfalto” se implantó sólidamente en las vías urbanas y propició significativamente su uso vial.
1876	Se realizó la construcción del primer pavimento, tipo Sheet Asphalt, en Washington D.C., con asfalto natural importado.
1900	Aparece la primera mezcla asfáltica en caliente, utilizada en la rue du Louvre y en la Avenue. Victoria en Paris, la cual fue confeccionada con Asfalto natural de la Isla de Trinidad.
1902	A partir de este año se inicia el empleo de los asfaltos destilados en los Estados Unidos.
1903	Aparecen los tratamientos superficiales a base de emulsiones, con objeto de enfrentar las nubarrones de polvo producto de la circulación automovilística en las carreteras.
1909	En Versalles, sobre el firme de una carretera con un tráfico diario de 5000 vehículos, se construyó una capa de aglomerado bituminoso de 5 cm de espesor.

b) Propiedades químicas del asfalto

Principalmente, la composición del asfalto está desarrollado mediante distintos hidrocarburos, o sea, moléculas en combinación de hidrógeno y carbono, en ocasiones de

azufre o nitrógeno, etc. Cuando se diluye el heptano junto con el asfalto, esta mezcla puede dividirse fundamentalmente en dos partes asfaltenos y en parte maltenos.

c) Propiedades físicas del asfalto

Las principales y decisivas cualidades físicas del aglomerado asfáltico para el diseño preliminar, la ejecución y el mantenimiento de las calzadas son las siguientes:

- Durabilidad
- Adhesión
- Susceptibilidad a la temperatura
- Envejecimiento
- Endurecimiento

d) Mezclas asfálticas en caliente

Esta mezcla de asfalto está arraigada por una combinación uniforme de áridos recubiertos de mortero asfáltico. Antes de esta mezcla los agregados deben estar a temperaturas altas llegando a 140°C para conseguir un secado de los agregados y una idónea fluidez del cemento asfáltico ya que así se logra una mezcla y una trabajabilidad idónea.

Para la mezcla del asfalto y de los agregados, estos son conducidos hacia una planta, así, todos los materiales que constituyen esta mezcla son calentados, dosificados y combinados para generar la mezcla de la pavimentación asfáltica requerida. Luego la mezcla es llevada al sitio donde se requiere la pavimentación y luego es distribuida por una máquina pavimentadora, posterior a ello se compacta con pesados rodillos para que la superficie quede uniforme.

Existen muchas combinaciones de agregados para producir aglomerados asfálticos en caliente, dependiendo de su correspondiente utilización y de cada diseño característico.

e) Mezclas asfálticas en frío

Este tipo de mezclas se realiza con áridos minerales y también a partir de la mezcla de árido y betún, normalmente betún líquido, el proceso de amasado, aplicación y compactación se opera a temperatura normal, de ahí el nombre.

Tanto las mezclas asfálticas en frío como las calientes se clasifican en:

- Mezclas densas

Para este tipo de mezcla se utilizan agregados de granulometría discontinua con pocos finos para lograr una combinación con un elevado tanto por ciento de agujeros, esto hace más sencillo el drenaje de agua, también disminuye el ruido de vehículos y mejora la resistencia al deslizamiento.

También se pueden usar agregados de granulometría continua, para así obtener un adecuado control de porcentaje de vacío, así se lograría una estabilidad superior.

- Método Hveem de Diseño de mezclas

El procedimiento de diseño de mezclas asfálticas se trata en un laboratorio y se fundamentan en dos principales propiedades de probetas compactadas que son la cohesión y la fricción. Primero se determina la densidad y la cantidad de vacíos de la combinación compactada, luego se usa el estadiómetro para medir la fricción. Este dispositivo funciona agregando cargas verticales y midiendo las tensiones resultantes de las caras laterales de dichas probetas.

- Mezclas Ston Mastic Asphalt (SMA)

Para las mezclas Ston Mastic Asphalt (SMA) se usan agregados de granulometría discontinua con una minúscula capacidad de fracciones medias, y también, por el contrario, se usa una alta capacidad de fracciones gruesas, así resulta una mezcla con un perfecto

porcentaje de vacíos y un correcto enlace mecánico entre el agregado grueso, esto ocasiona un mayor volumen de asfalto con una viscosidad alta a diferencia de las mezclas densas.

f) Composición química de la mezcla asfáltica

La estructura química del asfalto de demasiado compleja, aunque en esencia está formada por cadenas de moléculas constituidas primordialmente por oxígeno, carbono, nitrógeno, azufre e hidrógeno.

La estructura específica de un asfalto es, en efecto, muy trabajoso, aunque peculiarmente esta va a depender de la procedencia del lugar de origen.

Aunque su estudio es muy laborioso, es factible poder diferenciar estos enormes géneros que abarcan, lo son los asfáltenos y los naftalenos, que dentro de este último se diferencian 3 equipos que estructuralmente representan propiedades definidas: resinas, saturados y los aromáticos [22].



Fig. 1. Composición del asfalto

g) Tipos de asfalto

Los tipos de asfalto están enlazados en tres grupos primordialmente

- Cementos asfálticos (AC)

Este tipo de asfalto es uno de los más usados para trabajos de pavimentación, estos se sub-catalogan en 3 doctrinas distintas:

- Viscosidad antes del envejecimiento
- Viscosidad después del envejecimiento
- Penetración

Estos se preparan a nivel comercial en rangos o grados de consistencia, basándose en el ensayo de penetración, como lo son:

- Cemento asfáltico 60-70
- Cemento asfáltico 70-90
- Cemento asfáltico 80-100

Los números señalan la penetración de una aguja en el interior de una muestra de asfalto sobre una carga otorgada más pequeñas que de unidades milimétricas. Para la representación del asfalto, el ensayo de penetración viene siendo uno de los más universales.

- Asfaltos líquidos

Los asfaltos líquidos son llamados igualmente asfaltos recortados, se trata de componentes asfálticos cuya característica es la consistencia blanda o fluida, por lo tanto, este tipo de asfalto no se incluye en la prueba de penetración. Este material está constituido por un periodo de asfalto, también de un agente fluidificador volátil, como querosene, bencina, inclusive el aceite. Los agentes fluidificantes llegan a desaparecer precisamente en el

momento del curado, quedando entonces el resto del asfalto, que cubre y liga las partes de los áridos. Así pues, son:

Asfalto de curado rápido

Asfalto de curado medio

Asfalto de curado lento

Road oíl

h) Emulsiones asfálticas

Las emulsiones asfálticas resultan de la combinación del asfalto con el emulsificante, estos crean junto con el elemento vital, el agua, una emulsión que da consigna para darse el lujo de tender las carpetas asfálticas en frío, o sea, a temperaturas inferiores a la de la ebullición del agua (100°C)

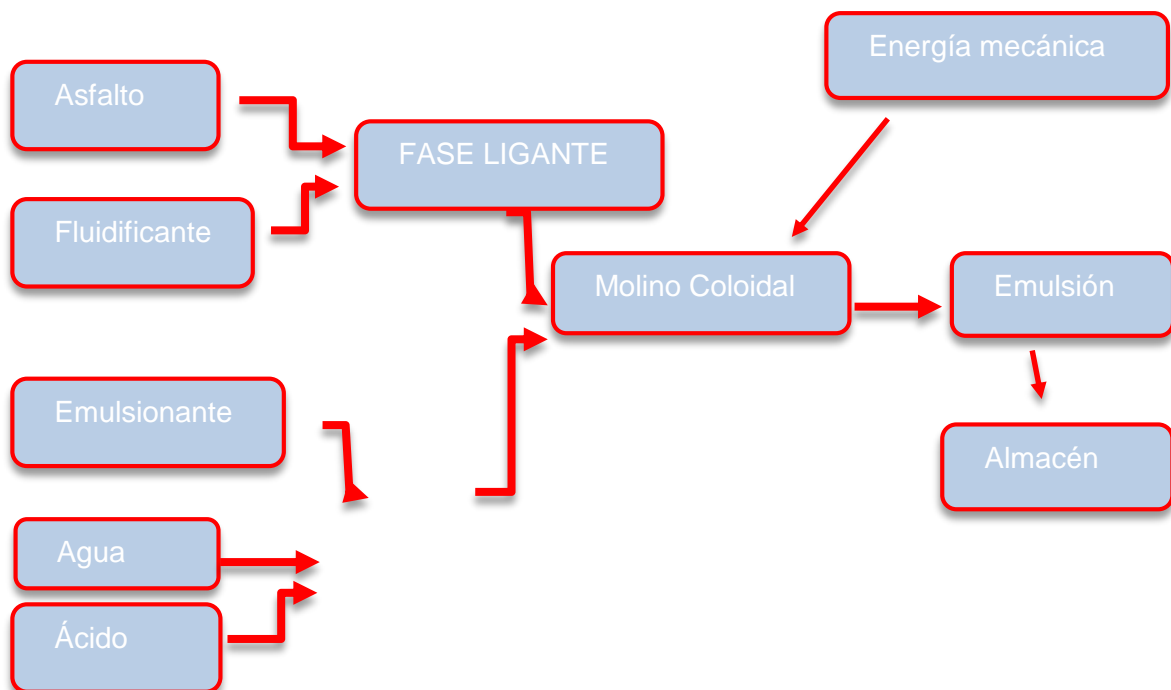


Fig. 2. Desarrollo de emulsiones asfálticas

FASE ACUOSA

- Emulsiones aniónicas

La emulsión aniónica es la suspensión de partículas diminutas de una elaboración asfáltica en agua, están cargados de forma negativa los glóbulos de asfalto.

- Emulsiones catiónicas

La emulsión aniónica es la suspensión de partículas diminutas de una elaboración asfáltica en agua o en algún material acuoso, están cargados de forma positiva los glóbulos de asfalto.

i) Variantes que interfieren en calidad y en el rendimiento de la emulsión asfáltica

Existen gran cantidad de factores que se relacionan al uso, la calidad y el aprovechamiento de las emulsiones asfálticas. Por ejemplo, estas pueden ser:

- El orden en el que se adicionan los elementos para la mezcla.
- Calidad de H₂O.
- Equipos inadecuados para la creación de la emulsión.
- Dimensión de las partículas de asfalto para la mezcla de la emulsión.
- Dosificación y tenacidad de la base de cemento asfáltico.
- Condiciones en la fabricación de la emulsión asfáltica.

- Propiedades del agente emulsivo.
- Cualidades químicas respecto a la base de cemento asfáltico.
- Añadidura de transformadores químicos o de polímeros.

B) Polímeros

a) Antecedentes

Los polímeros como ciencia independiente están evolucionando desde la tercera década del siglo XX. Esta ciencia refiere al campo de la biología. En todo organismo vivo, animal y vegetal se encuentran las macromoléculas. Hoy en día, los polímeros conforman asimismo las partículas químicas de las que están compuestas los materiales plásticos de una gigante aplicación.

Actualmente, con el transcurso de los días se crean objetos conformados por materia plástica, estas constituyen un sin número de objetos inventados por el hombre, lógicamente para nuestra comodidad. También conforma cruciales de dispositivos que necesitan la electricidad, también de diversos medios de transporte hoy en día, de herramientas o utensilios usados para la medicina, de la textura de la vestimenta, del envoltimiento de mercancías, de un sin número de artefactos u objetos que están presentes en nuestro día a día. Por tanto, los polímeros conforman una parte crucial y relevante en la ciencia química.

En el año 1962, la reforma universitaria de Cuba, a mando de la izquierda científica, en la Universidad de la Habana originó la Facultad de Ciencias Naturales, luego, incluyeron la escuela de Química, de tal manera se avanzó con el desarrollo de la ciencia moderna química. No obstante, entre los años 1950 y 1965 se empezaron también a originar grupos de investigación científicas en distintos campos de la Universidad, en la rama de ciencias se tenían grupos muy avanzados.

En esa época en la Escuela de Química, se introdujo el emprendimiento respecto a los polímeros desde conocimientos de profesores extranjeros, principalmente del campo

socialista antiguo, que llegaron al país con un propósito, el de desarrollar relaciones académicas, estos después fueron derivadas principalmente hacia la academia de Ciencias de Cuba por trabajos netamente interacadémicos, así mismo facilitaron el desarrollo de los representantes de dicha universidad.

En 1968 llegó un profesor de nacionalidad italiana, llamado Alessandro Gandini, el cuál gracias a él se debe de una manera más metódica y minuciosa la enseñanza de los polímeros en una universidad de Cuba, así se introdujo el curso de polímeros en el sílabo de la Escuela de Química. Este mismo profesor creó un grupo de investigación estrictamente sólo para el tema de polímeros, esto permitió un auge significativo en el desarrollo del tema [23]

b) Definición

Los polímeros para [24] son elementos con un alto peso molecular y estar conformadas por el enlace o conjunto de una cantidad exorbitante de partículas diminutas para la cual tiene el nombre de monómeros, que son composiciones químicas con moléculas elementales. De esa manera se generan moléculas enormes las cuales toman distintas formas como cadenas como la estructura de una escalera, enlazados o termofijados cuyo efecto no se podrá debilitar al elevar su temperatura.

Algunos de los diversos modificadores poliméricos que han mostrado resultados positivos son:

- Homopolímeros: Estos tienen una sola unidad estructural, estos son conocidos como monómeros.
- Copolímeros: Poseen diversas unidades distintas respecto a su estructura (EVA, SBS).

- Elastómeros: Cuando se tensan, superan el límite elástico, y su longitud no vuelve a ser la inicial, ni siquiera después de finalizar el periodo solicitado. Presentan unas deformaciones pseudoplásticas de baja elasticidad.

c) Tipos de polímeros

- Polímeros naturales

Los polímeros naturales son los que provienen de la naturaleza y se hallan en las plantas y los animales, como las proteínas, los polisacáridos, materiales como el almidón, el caucho que se encuentra de manera natural y la celulosa, etc.

- Polímeros artificiales

Los polímeros artificiales tienen su origen en cambios o alteraciones químicas mediante la adición de los polímeros de origen natural, como por ejemplo la nitrocelulosa.

- Polímeros sintéticos

Los polímeros sintéticos provienen del proceso químico que, mediante el calor, se juntan distintas moléculas de un compuesto para formar una cadena (más conocido como polimerización), hasta los polímeros artificiales como el polietileno, el cloruro de polivinilo, poli metano, etc.

d) Aplicación del polímero

Las aplicaciones del polímero se manifiestan en distintos campos, [20] lo describen como:

- Fibras: Son los que exhiben una menor extensibilidad, por eso otorga que su tejido se quede estable.

- Plásticos: Es el material que al estar doblado tras un determinado esfuerzo tienden a alterarse sin poder regresar a su estado anterior.
- Adhesivos: Estos son los que mezclan una elevada cohesión y adhesividad donde otorga que los cuerpos se junten superficialmente.

II. MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

A) Tipo de investigación

Cuantitativa Cuasi - Experimental

B) Diseño de la investigación

1° Se medirá la calidad de los materiales.

2° Proyectarse para diseñar la mezcla asfáltica con distintas cantidades en porcentaje de plástico reciclado.

3° Preparar la mezcla asfáltica con plástico reciclado respecto a los diseños adquiridos.

4° Conseguir las propiedades de las mezclas asfálticas.

5° Comparar los datos producidos de las mezclas asfálticas con plástico reciclado con las mezclas asfálticas tradicionales.

2.2. Variables, Operacionalización

A) Variable independiente

Plástico triturado proveniente de botellas recicladas.

B) Variable dependiente

Mezcla asfáltica modificada aplicando Marshall.

C) Operacionalización de variables

TABLA II
VARIABLE INDEPENDIENTE

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Plástico triturado proveniente de botellas recicladas	Materiales homogéneos, es decir, del mismo tamaño y forma muy similar, independientemente de su forma y dimensiones originales.	Material químico sintético con estructura macromolecular que puede ser moldeado por calor o presión y cuyo principal componente es el carbono.	Cantidad de plástico triturado adicional Trituración Tamizado	Balanza Trituradora Tamices Reglamentados	Fichas de formato de laboratorio	Incremento de propiedades mecánicas	Variable cuantitativa	Balanza Trituradora Tamices reglamentados

TABLA III
VARIABLE DEPENDIENTE

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Mezcla asfáltica modificada aplicando método Marshall	La mezcla modificada es un producto que incorpora polímeros al betún, que es un estabilizador con el tiempo y con los cambios de temperatura.	El material se modifica para cambiar sus propiedades y reducir su susceptibilidad a la temperatura, la humedad y la oxidación.	Parámetros de agregados para método Marshall Parámetros Marshall	Granulometría Peso específico Índice de plasticidad Durabilidad Abrasión” Los Ángeles” Densidad Vacíos de aire Estabilidad Fluencia	Balanza Tamices reglamentarios Trituradora	Ficha de formato de laboratorio	Aumento de propiedades mecánicas (%)	Variable cuantitativa	Balanza Tamices reglamentarios Trituradora

2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

A) Población

Mezcla de asfalto adicionando en porcentajes diversos plásticos reciclados utilizando el método Marshall.

B) Muestra

Por cada una de los diseños de las mezclas asfálticas se realizaron de 3 a 5 briquetas llegando a un total de setenta y cinco (75) briquetas.

C) Muestreo

Para la cantidad de cemento asfáltico de (4.5%, 5%, 5.5%, 6% y 6.5%) utilizando porcentajes de plástico triturado de 3%, 3.5%, 4%, 4.5% y 5%.

D) Criterios de selección

Se seleccionó parámetros de porcentajes de plástico triturado para cada mezcla de asfalto respecto a estudios previos.

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

A) Técnicas de investigación

- Deductivo

Es posible deducir las ventajas de proporcionar la aplicación de plástico triturado de botellas recicladas; adicionalmente, conociendo las propiedades y características, determinar el porcentaje de plástico triturado que se agrega a la mezcla asfáltica.

- Inductivo

Se obtuvieron las propiedades y características de cada mezcla asfáltica con un determinado porcentaje de plástico triturado de botellas recicladas, lo que permitió determinar

la destacada mezcla asfáltica con un porcentaje de fibra de polietileno y confirmar las mejoras en su desempeño que presenta este novedoso ingrediente.

- Análisis

Se dividieron los elementos de la mezcla asfáltica y luego se estudiaron todos los materiales mediante ensayos para establecer su aporte al producto final.

- Síntesis

Se evaluaron las fibras de plástico triturado, sus propiedades en el proceder de creación de nuevas mezclas asfálticas con plástico triturado.

B) Técnicas de recolección de información

- Revisión de la documentación

Se empleó este modo para revisar normas, indicaciones, tablas, manuales, y especificaciones, para así, establecer en orden el procedimiento y conceptualizar el rango de resultados aceptables para el material en estudio.

- Observación

Esta técnica permitió recopilar datos que se patentó en el laboratorio.

C) Validez y confiabilidad de documentación utilizada

Para llevar a cabo la recopilación de información se realizaron las metodologías especificadas en manuales y normativas nacionales (manual del MTC para ensayo de materiales, NTP) y normas de nivel internacional (ASTM Y AASHTO), las cuales son:

- Análisis granulométrico de agregado FINO (MTC E 204 – 2000 y ASTM D422).
- Análisis granulométrico de agregado GRUESO (MTC E 204 – 2000 y ASTM

D422).

- Peso específico y absorción de agregados fino (MTC E 205 – 200 Y ASTM C 128).
- Peso específico y absorción de agregados grueso (MTC E 206 – 2000, NTP 400.021, ASTM C 127 Y AASHTO T 85).
- Peso Unitario para agregado grueso y fino (MTC E 203 – 2000).
- -Porcentaje de caras fracturadas en los agregados (MTC E-210-2000).
- Porcentaje de partículas chatas y alargadas. (NTP 400.040)
- Porcentaje de material fino que pasa por un tamiz N° 200 (MTC E 202 – 2000 Y ASTM C 117).
- Resistencia (Estabilidad y Flujo) de mezclas bituminosas utilizando artefacto Marshall (MTC E 504 –ASTM D 1559, Y AASHTO 245).
- Peso específico y absorción de las briquetas (MTC E 206 – 2000, NTP 400.021, ASTM C 127 Y AASHTO T 85).

Los ensayos se realizaron en un laboratorio particular ubicado en la ciudad de Chiclayo, muy abastecido y sofisticado contando con los kits y herramientas necesarias para realizar la presente investigación, el formato y resultados de cada ensayo se encuentran en la sección “RESULTADOS”.

2.5. Procedimiento de análisis de datos

Se realizó en el siguiente orden:



Fig. 3. Procedimiento de análisis de datos

A) Procedimiento de los ensayos

- I. Establecer la calidad del plástico triturado.
- II. Escandir la condición de los materiales (asfalto, agregado grueso y agregado fino) utilizados para la elaboración de mezclas asfálticas con plástico triturado.
- III. Elaborar la mezcla con diferentes porcentajes de plástico triturado.
- IV. Realizar la mezcla asfáltica con plástico triturado de acuerdo a los cálculos obtenidos.
- V. Obtener las propiedades de las mezclas asfálticas.

- VI. Comparar la información obtenida de las mezclas asfálticas con plástico triturado y mezclas asfálticas tradicionales.

2.6. Criterios éticos

Los derechos de autor en esta investigación son inalienables y pertenecen de por vida al autor. Su importancia se refleja en el reconocimiento de la autoría escrita en la Declaración Universal de los Derechos Humanos donde se protege la propiedad intelectual. El autor se compromete a respetar la autenticidad del contenido específico y dar a conocer los resultados con veracidad.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

Se informan, describen y ordenan los resultados relevantes de la investigación de acuerdo a los objetivos planteados. Se requiere distribuirlos en tablas y figuras, sin repeticiones y debiendo ser claro, conciso, preciso y con una secuencia lógica.

A) Resultados de calidad de los agregados

- Análisis granulométrico de los agregados fino y grueso. NTP 400.012

Los ensayos de estudio granulométrico de los agregados permiten decidir cuantitativamente la distribución granulométrica, utilizando múltiples tamices de malla $\frac{3}{4}$ " a la N° 200.

Los tamaños de tamices utilizados en el ensayo granulométrico de materiales pétreos son $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", $\frac{1}{4}$ ", N° 4, N° 10, N° 16, N° 30, N°40, N° 50, N° 100, N° 200.

El material a tamizar se selecciona por descuartizamiento (3.000 Kilogramos para adición gruesa y 0.500 Kilogramos para para la adición fina), el material se lava a través de la malla N° 200, después del secado en el horno a 110°C se realiza un proceso de tamizado, obtenido de la siguiente manera:



Fig. 4. Previo al tamizado de agregados

TABLA IV
GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO

Tamiz	Porcentaje que pasa acumulado (%)
2"	100.00
1 1/2"	100.00
1"	100.00
3/4"	100.00
1/2"	85.64
3/8"	65.92
N°04	23.87
N°08	2.41
N°10	2.05
N°16	1.43
N°20	1.26
N°30	0.98
N°40	0.86
N°50	0.75
N°80	0.63
N°100	0.55
N°200	0.33
FONDO	0.00

Nota: Esta tabla muestra los porcentajes que pasan por las mallas acumulados para el agregado grueso.

TABLA V
GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

Tamiz.	Porcentaje que pasa acumulado (%)
2"	100.00
1 1/2"	100.00
1"	100.00
3/4"	100.00
1/2"	100.00
3/8"	100.00
N°04	100.00
N°08	93.16
N°10	83.60
N°16	67.36
N° 20	55.11
N°30	40.79
N°40	32.85
N°50	27.89
N°80	20.12
N°100	14.18
N°200	8.70
FONDO	0.00

Nota: Esta tabla muestra los porcentajes que pasan por las mallas acumulados para el agregado fino.

Luego se procede a mezclar el agregado fino y el grueso en distintas proporciones para buscar la combinación de la granulometría que satisface con lo establecido en el MAC (Manual de carreteras – Especificaciones técnicas generales para construcción – EG-2013)

TABLA VI
GRANULOMETRÍA GENERAL

Tamiz	Porcentaje que pasa acumulado (%)
2"	100.00
1 1/2"	100.00
1"	100.00
3/4"	100.00
1/2"	93.5
3/8"	84.6
N°04	65.6
N°08	52.2
N°10	46.8
N°16	37.7
N° 20	31.0
N°30	23.1
N°40	18.7
N°50	16.0
N°80	11.7
N°100	8.4
N°200	5.4

Nota: Esta tabla muestra la granulometría combinada de los agregados fino y grueso.

- Peso específico y absorción del agregado fino. NTP 400.022

Siguiendo los pasos de acuerdo al "Manual de Ensayo de Materiales"- MTC-E 205 para calcular los vacíos del agregado.

1° Mediante cuarteo se escogió una muestra de agregado fino (MTC E 201).

2° Dejar secar en horno a temperatura constante.

3° Posteriormente se introduce en agua 24 horas.

4° Se elimina el agua con cuidado de no derramar el agregado.

5° Se esparció sobre un área para aplicarle aire templado.

6° La muestra era adecuada cuando se colocó en el apisonador, ya que apisonándola en el molde cónico (25 golpes), esta colapsó, esto considera que el material está seco.

7° Se introdujo 500gr del fino a una fiola y se agregó agua destilada.

8° Se agitó aproximadamente por 20 minutos para así eliminar el aire.

9° Se registró los pesos y posteriormente se colocó en horno por 24 horas para así capturar el peso seco del material.

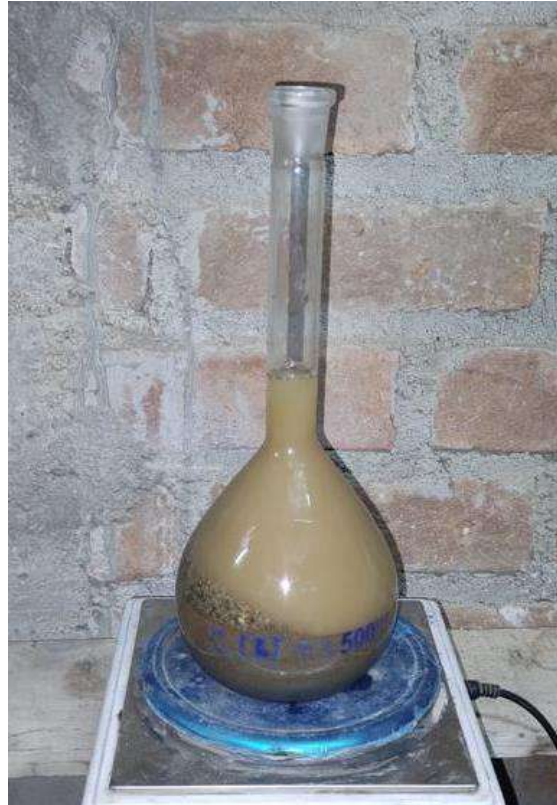


Fig. 5. Colocación de agregado fino en fiola

TABLA VII

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS

Resultados		
Peso específico de la masa	2.571	gr/cm ³
Peso específico de masa saturada con superficie seca	2.619	gr/cm ³
Peso específico aparente	2.571	gr/cm ³
Absorción	0.492	%

Nota: Se muestra en esta tabla el resumen del ensayo para gravedad específica y absorción del agregado fino

- Peso específico y absorción del agregado grueso. NTP 400.021

Siguiendo los pasos de acuerdo al “Manual de Ensayo de Materiales”- MTC-E 206 para calcular los vacíos del agregado.

1° Se pasó el material por las mallas normadas y se seleccionó lo retenido en la malla N° 8.

2° Dejamos que la muestra seque en el horno.

3° Posteriormente se sumergió en agua por un día.

4° Sacamos el agua con mucho cuidado de no perder material y se secó con ayuda de telas absorbentes.

5° Se llevó a la balanza el material para obtener el peso saturado con superficie superficialmente seca.

6° Se introdujo en una canastilla en agua para encontrar el peso sumergido.

TABLA VIII

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

Resultados	
Peso específico a granel (Masa)	2.668 (gr/cm ³)
Peso específico de masa saturada con superficie seca	2.692 (gr/cm ³)
Peso específico aparente	2.734 (gr/cm ³)
% Absorción	0.9

Nota: Se muestra en esta tabla el resumen del ensayo para gravedad específica y absorción del agregado fino

- Porcentaje de caras fracturadas. ASTM D 4791

Esta prueba se realiza para verificar los requisitos de estabilidad al mantenimiento de superficies de agregados, además de comprobar que facilitan un mayor rozamiento y textura para el agregado utilizado en el pavimento de carreteras. Para ello se realizó el siguiente procedimiento:

1° Se esparció la muestra en un área limpia y fija para examinar cada una de las partículas.

2° Se calculó la masa de la muestra

3° Se separaron en taras las partículas de forma redondeada y las partículas que tuvieron una o más caras fracturadas.

4° Se pesó las taras y se registraron los valores.

Siguiendo así los pasos a realizar para este ensayo según el “Manual de Ensayo de Materiales” – MTC-E 210, los resultados fueron los siguientes:

TABLA IX
PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS

Malla	Porcentaje con una cara fracturada	Porcentaje con dos o más caras fracturadas (%)
	(%)	
3/4"	88.5	76.5
1/2"	88.5	76.8
TOTAL	88.5	76.7

Nota: Se muestra en esta tabla el resumen del ensayo para encontrar el porcentaje de caras fracturadas del agregado grueso.

- Partículas chatas y alargadas. ASTM D 4791

Mediante el uso de un calibrador para comparar las proporciones de las partículas, este experimento permitió conocer las partículas chatas y alargadas para así conocer si podrían complicar la colocación de materiales y afectar la consolidación.

Se realizaron las pruebas tal y como explica el “Manual de prueba de materiales” MTC E 223, que arrojaron los siguientes resultados:

TABLA X
PORCENTAJE DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS

Porcentaje de partículas chatas y alargadas (%)	
1/2"	1.55
3/8"	7.74

Nota: Se muestra en esta tabla el resumen del ensayo para encontrar el porcentaje de las partículas chatas y alargadas

- Índice de plasticidad

En “El manual de ensayo de materiales MTC E 110 y MTC E 111” nos otorga las especificaciones que deben cumplir los agregados finos; así, los límites de consistencia son trascendentales para hallar los índices de plasticidad.

Se utiliza para determinar los límites de consistencia de un suelo y se representa como el contenido de humedad mediante la cual se separan dos partes de una pasta de suelo la cual distan en 12 mm y los materiales utilizados fueron:

1° Taras

2° Cazuela Casagrande

3° Malla N° 40 y N°200

4° Espátula

5° Horno

6° Balanza

7° Agua destilada

8° brocha o cepillo

El procedimiento a seguir fue:

1° Recolectar el agregado fino pasante por el tamiz N°40

2° Agregar agua destilada al agregado

3° Mezclar hasta que esté homogénea

4° Verter la mezcla hasta llegar a ras, dentro de la copa del artefacto.

5° Por el centro de la mezcla de pasa el ranurador para lograr una separación de 2mm.

6° Hacer golpear el cascador a 2 golpes por segundo.

7° Pesar las muestras.

8° Se colocan en el horno para iniciar el proceso de secado



Fig. 6. Muestras encerradas en bolsas

Obteniéndose los resultados siguientes:

TABLA XI
LÍMITES DE ATTERBERG

Límites	Límite líquido	Límite plástico
	Índice de plasticidad (%)	31.03
	2.24	

Nota: Se muestra en esta tabla el resumen del ensayo para encontrar el Índice de Plasticidad

- Contenido de sales solubles totales. MTC E 210-2000

Este ensayo se realiza para encontrar la cantidad de sales solubles que contiene el agregado fino y grueso; sólo para el agregado grueso se deberá triturar la muestra al inicio del procedimiento. Dando así un resultado de 0.37% de SST en este caso.



Fig. 7. Toma de pesos en laboratorio

Procedimiento:

- 1° Tamizar por la malla N° 10 (100GR)
- 2° Llevamos al horno por 24hr.
- 3° Se retira la muestra del horno y se separa 50 gr de agregado en una botella limpia.
- 4° Al agregado separado se le agrega 250ml de agua destilada.
- 5° Agitar durante 1 hora.
- 6° Dejar reposar 24 horas.
- 7° Filtrar con papel de filtro con ayuda de un embudo hacia otro recipiente.
- 8° Almacenar 50ml del agua filtrada en un recipiente calculando el peso del mismo.
- 9° Llevar al horno por 24hrs.

10° Retirar del horno y pesar, así se halla la masa de las sales solubles totales.



Fig. 8. Colocación de agua destilada a la muestra



Fig. 9. Filtrando con embudo y uso de papel filtro

TABLAS Y RESULTADOS

AGREGADO FINO

TABLA XII
TABLA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO

Malla		%	% Retenido	% Que Pasa
Pulg.	(mm.)	Retenido	Acumulado	Acumulado
2"	50.000	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0.0	0.0	100.0
Nº 4	4.750	0.0	0.0	100.0
Nº 8	2.360	6.8	6.8	93.2
Nº 10	2.000	9.6	16.4	83.6
Nº 16	1.180	16.2	32.6	67.4
Nº 20	0.850	12.3	44.9	55.1
Nº 30	0.600	14.3	59.2	40.8
Nº 40	0.425	7.9	67.2	32.9
Nº 50	0.300	5.0	72.1	27.9
Nº 80	0.180	7.8	79.9	20.1
Nº100	0.150	5.9	85.8	14.2
Nº200	0.075	5.5	91.3	8.7

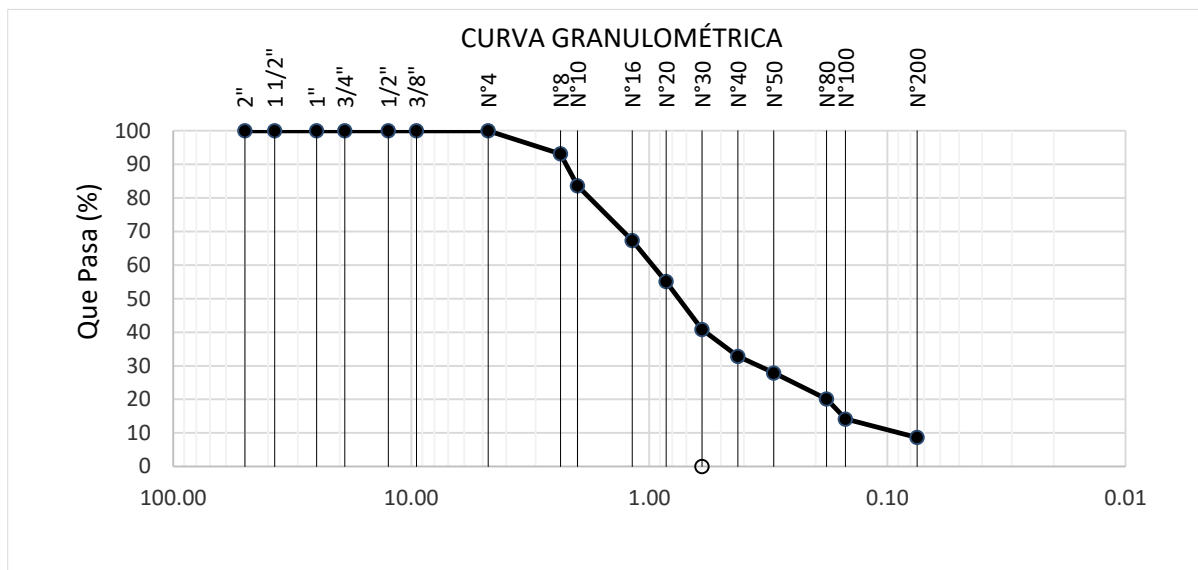


Fig. 10. Curva granulométrica del agregado fino

AGREGADO GRUESO

TABLA XIII

TABLA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO

Malla		%	% Retenido	% Que Pasa
Pulg.	(mm.)	Retenido	Acumulado	Acumulado
2"	50.000	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	14.4	14.4	85.6
3/8"	9.500	19.7	34.1	65.9
Nº 4	4.750	42.1	76.1	23.9
Nº 8	2.360	21.5	97.6	2.4
Nº 10	2.000	0.4	98.0	2.1
Nº 16	1.180	0.6	98.6	1.4
Nº 20	0.850	0.2	98.7	1.3
Nº 30	0.600	0.3	99.0	1.0
Nº 40	0.425	0.1	99.1	0.9

Nº 50	0.300	0.1	99.3	0.7
Nº 80	0.180	0.1	99.4	0.6
Nº100	0.150	0.1	99.5	0.5
Nº200	0.075	0.2	99.7	0.3

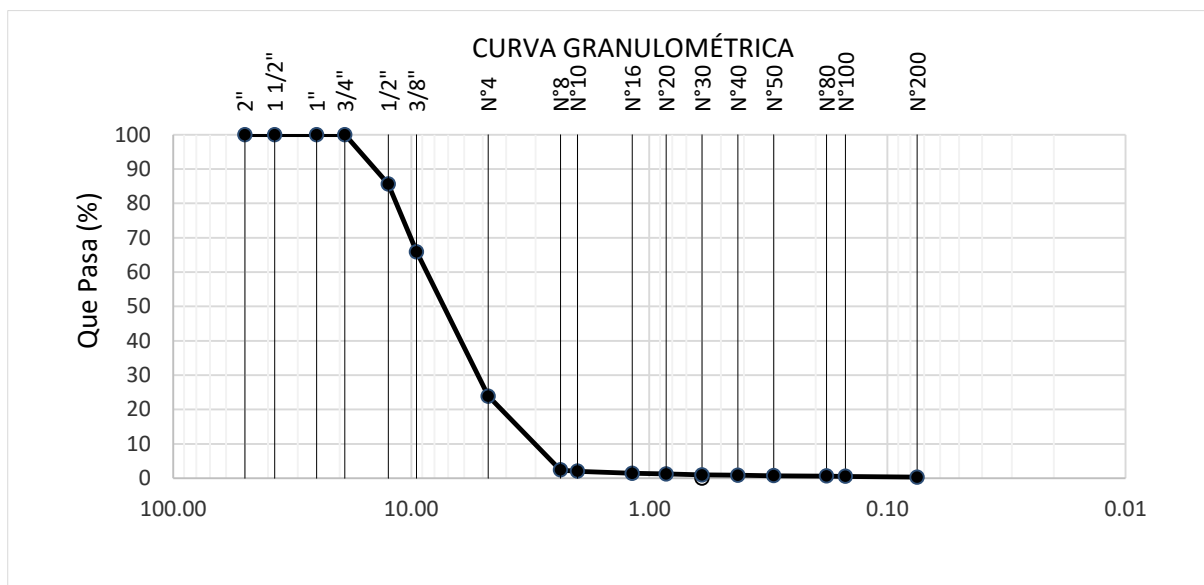


Fig. 11. Curva granulométrica del agregado grueso

LÍMITES DE ATTERBERG

TABLA XIV

LÍMITES DE ATTERBERG E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

	Límite líquido			Límite Plástico	
	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
Nº de tarro					
Nº de golpes	27	23	19		
Tarro + suelo húmedo	27.77	29.1	28.83	20.34	23.09
Tarro + suelo seco	24.78	25.81	25.63	19.33	21.21
Agua	2.99	3.29	3.2	1.01	1.88
Peso del tarro	15.07	15.3	15.54	15.77	14.77
Peso del suelo seco	9.71	10.51	10.09	3.56	6.44

Porcentaje de humedad	30.79	31.30	31.71	28.37	29.19
-----------------------	-------	-------	-------	-------	-------

CONSISTENCIA FISICA DE LA MUESTRA			Colocar "X", a suelo no Plástico	0
Límite Líquido	31.0			0
	3			
Límite Plástico	28.7			
	8			
Índice de Plasticidad	2.24			

Nota: Se muestra la tabla para obtener el índice de plasticidad mediante los ensayos de límite líquido y límite plástico.

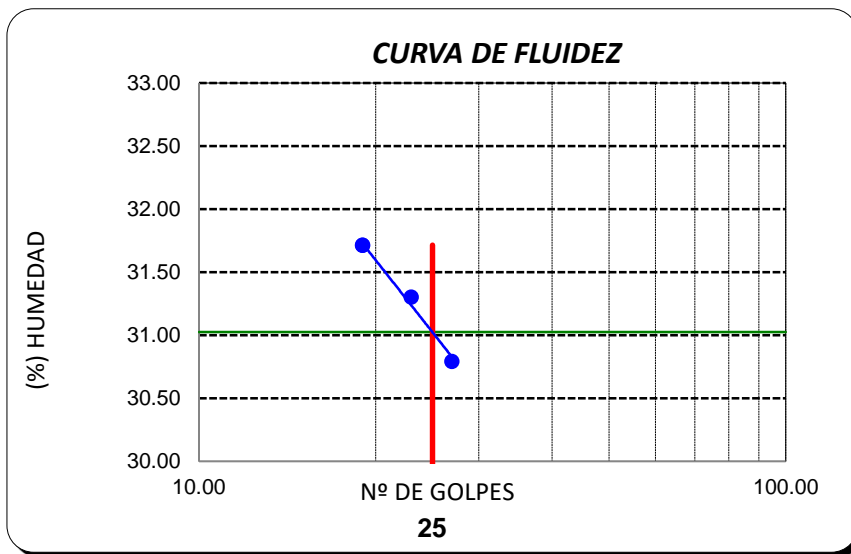


Fig. 12. Curva de fluidez

P.E Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

TABLA XV

RESULTADOS PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

I. DATOS

		F-2	F-3
1.- Masa de la arena superficialmente seca + masa del frasco + masa del agua	(gr)	999.6	1004.0
2.- Masa de la arena superficialmente seca + masa del frasco	(gr)	690.5	700.2
3.- Masa del agua	(gr)	309.1	303.8
4.- Masa de la arena secada al horno + masa del frasco	(gr)	688.3	697.5
5.- Masa del frasco	(gr)	190.5	200.2
6.- Masa de la arena secada al horno	(gr)	497.8	497.3
7.- Volumen del frasco	(cm ³)	500.0	500.0

II .- RESULTADOS

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.608	2.535
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2.619	2.548
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm ³)	1.135	1.121
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.44	0.54

P.E Y ABOSRCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

TABLA XVI

RESULTADOS PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

I. DATOS

1.- Masa de la muestra secada al horno	(gr)	1870	20 55
--	------	------	----------

2.- Masa de la muestra saturada superficialmente seca	(gr)	1889	20
			71
3.- Masa de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	(gr)	2221	23
			05
4.- Masa de la canastilla	(gr)	1015	10
			25
5.- Masa de la muestra saturada dentro del agua	(gr)	1206	12
			80

II .- RESULTADOS

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.738	2.598
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2.766	2.618
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm ³)	2.816	2.652
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.0	0.8

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS

TABLA XVII

RESULTADO PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS

A. Partículas con una cara fracturadas						
Tamaño del agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido en Tamiz	(g)	(g)	((B/A)*100)	% Retenido	C*D
1 1/2"	1"	2000	0	0	0	0
1"	3/4"	1500	0	0	0	0
3/4"	1/2"	1200	1050	87.50	24.0	2100.0
1/2"	3/8"	300	277	92.33	6.0	554.0
TOTAL		5000	1327			

UNA CARA FRACTURADA (%)	=	$\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}}$	=	$\frac{2654.0}{30.0}$	=	88.5 %
-------------------------	---	---	---	-----------------------	---	--------

B. Partículas con una o más caras fracturadas						
Tamaño del agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido en Tamiz	(g)	(g)	((B/A)*100)	% Retenido	C*D
1 1/2"	1"	2000				
1"	3/4"	1500				
3/4"	1/2"	1200	894	74.50	24.0	1788.0
1/2"	3/8"	300	258.3	86.10	6.0	516.6
TOTAL		5000	1152.3			

DOS A MÁS CARA FRACTURADA (%)	=	$\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}}$	=	$\frac{2304.6}{30.0}$	=	76.8 %
-------------------------------	---	---	---	-----------------------	---	--------

PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS

TABLA XVIII

RESULTADO PORCENTAJE DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS

TAMIZ	ABERTUR	PESO DE	PESO DE	PESO DE	PARTICULAS	(%)
(Pulg.)	A (mm)	PARTÍCULA	PARTÍCULA	PARTÍCULA	CHATAS Y	CORREGIDO
		S CHATAS	S ALARGADA	S CHATAS Y	ALARGADAS	
				ALARGADA	(%)	
				S		
2"	50.800					
1	38.100					
1/2"	25.400					
1"	19.000					
3/4"	12.700	9.8	11.4	0.0	3.06	1.55
1/2"	9.500	105.7	0.0	0.0	15.67	7.74
3/8"	4.750					
N° 4						
Partículas chatas y alargadas(%)					9.3	

SALES TOTALES

TABLA XIX

RESULTADO PORCENTAJE DE SALES TOTALES

Muestra usada	g.	50	50
Agua destilada usada	ml	250	250
Cantera	Planta de Asfalto - Batangrande		
Muestra	Agregado Fino		
Profundidad	0.40 m. - 0.70 m		
01	Relación de la mezcla suelo-agua destilada		5 5
02	Número de beaker		1 2
03	Peso de beaker	gr.	50.44 50.47
04	Peso de beaker + residuo de sales	gr.	50.45 50.48
05	Peso de residuo de sales	gr.	0.01 0.01
06	Volumen de la solución tomada	ml.	50 50
07	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	1000 1000
08	Constituyentes de sales solubles total en peso seco (%)		0.10 0.10
	PROMEDIO (ppm)		1000
	PROMEDIO (%)		0.10

PESO UNITARIO Y HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

TABLA XX

RESULTADO PESO UNITARIO Y HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

<u>1.- PESO UNITARIO SUELTO</u>		A	B	C
01.- Masa de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7471	7484	7458
02.- Masa del recipiente	(gr.)	3210	3210	3210
03.- Masa de muestra (01-02)	(gr.)	4261	4274	4248
04.- Constante ó Volumen	(cm ³)	2800	2800	2800
05.- Peso unitario suelto húmedo 03/04	(gr/cm ³)	1.522	1.526	1.517
06.- Peso unitario suelto humedo (Promedio)	(gr/cm ³)		1.522	
07.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(gr/cm ³)		1.513	
<u>2.- PESO UNITARIO COMPACTADO</u>				
08.- Masa de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8222	8484	8250
09.- Masa del recipiente	(gr.)	3210	3210	3210
10.- Masa de muestra	(gr.)	5012	5274	5040
11.- Constante ó Volumen	(cm ³)	2800	2800	2800
12.- Peso unitario suelto húmedo	(gr/cm ³)	1.790	1.884	1.800
13.- Peso unitario compactado humedo (Promedio)	(gr/cm ³)		1.825	
14.- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(gr/cm ³)		1.813	
15.- Masa de muestra húmeda	(gr.)		985	
16.- Masa de muestra seca	(gr.)		979	
17.- Masa de recipiente	(gr.)		0	
18.- Contenido de humedad	(%)		0.61	

PESO UNITARIO Y HUMEDAD AGREGADO GRUESO

TABLA XXI

RESULTADO PESO UNITARIO Y HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

		A	B	C
<u>1.- PESO UNITARIO SUELTO</u>				
01.- Masa de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	31650	31661	31645
02.- Masa del recipiente	(gr.)	10550	10550	10550
03.- Masa de muestra (01-02)	(gr.)	21100	21111	21095
04.- Constante ó Volumen	(cm ³)	14000	14000	14000
05.- Peso unitario suelto húmedo 03/04	(gr/cm ³)	1.507	1.508	1.507
06.- Peso unitario suelto humedo (Promedio)	(gr/cm ³)		1.507	
07.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(gr/cm ³)		1.499	
<u>2.- PESO UNITARIO COMPACTADO</u>				
08.- Masa de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	32956	33215	33101
09.- Masa del recipiente	(gr.)	10550	10550	10550
10.- Masa de muestra	(gr.)	22406	22665	22551
11.- Constante ó Volumen	(cm ³)	14000	14000	14000
12.- Peso unitario suelto húmedo	(gr/cm ³)	1.600	1.619	1.611
13.- Peso unitario compactado humedo (Promedio)	(gr/cm ³)		1.610	
14.- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(gr/cm ³)		1.601	
15.- Masa de muestra húmeda	(gr.)		895	
16.- Masa de muestra seca	(gr.)		890	
17.- Masa de recipiente	(gr.)		0	
18.- Contenido de humedad	(%)		0.56	

PESO UNITARIO PET (SUELTO Y COMPACTADO)

TABLA XXII

RESULTADO PESO UNITARIO PET

<u>1.- PESO UNITARIO SUELTO</u>		A	B	C
01.- Masa de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	6335	6318	6324
02.- Masa del recipiente	(gr.)	5620	5620	5620
03.- Masa de muestra (01-02)	(gr.)	715	698	704
04.- Constante ó Volumen	(cm ³)	2300	2300	2300
05.- Peso unitario suelto húmedo 03/04	(gr/cm ³)	0.311	0.303	0.306
06.- Peso unitario suelto humedo (Promedio)	(gr/cm ³)		0.307	
07.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(gr/cm ³)		0.305	
<u>2.- PESO UNITARIO COMPACTADO</u>				
08.- Masa de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	6449	6437	6424
09.- Masa del recipiente	(gr.)	5620	5620	5620
10.- Masa de muestra	(gr.)	829	817	804
11.- Constante ó Volumen	(cm ³)	2300	2300	2300
12.- Peso unitario suelto húmedo	(gr/cm ³)	0.360	0.355	0.350
13.- Peso unitario compactado humedo (Promedio)	(gr/cm ³)		0.355	
14.- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(gr/cm ³)		0.353	
15.- Masa de muestra húmeda	(gr.)		101.21	
16.- Masa de muestra seca	(gr.)		100.93	
17.- Masa de recipiente	(gr.)		55.02	
18.- Contenido de humedad	(%)		0.61	

B) Diseño de la mezcla asfáltica

a) Respecto a los agregados

Las especificaciones técnicas para pavimentos asfálticos solicitan que el agregado desempeñe con límites y parámetros especificados, en las siguientes tablas se muestra la información obtenida al crear la mezcla asfáltica patrón.

b) Método Marshall para mezcla asfáltica patrón

Para el diseño de la mezcla patrón para un tránsito medio, primero se estudiaron las características de los agregados y el asfalto, luego se crearon las briquetas (3 por cada % de asfalto) para posteriormente tomar datos mediante el método Marshall.

- Evaluación (% piedra + % arena + % PEN 60/70)

ENSAYO N° 1: PEN 60/70 AL 4.5% (SIN PET)

TABLA XXIII

DOSIFICACIÓN 4.5%ASF+0%PET

4.5% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	43.17%	517.99	517.99
ARENA	54.30%	51.86%	622.28	1140.27
ASFALTO	4.50%	4.50%	54.00	1194.27
PET	0.00%	0.00%	0.00	1194.27
FILLER	0.50%	0.48%	5.73	1200.00
TOTAL			1200.00	

ENSAYO N° 2: PEN 60/70 AL 5% (SIN PET)

5.0% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	42.94%	515.28	515.28
ARENA	54.30%	51.59%	619.02	1134.30
ASFALTO	5.00%	5.00%	60.00	1194.30
PET	0.00%	0.00%	0.00	1194.30
FILLER	0.50%	0.48%	5.70	1200.00
TOTAL			1200.00	

TABLA XXIV

DOSIFICACIÓN 5%ASF+0%PET

ENSAYO N° 3: PEN 60/70 AL 5.5% (SIN PET)

5.5% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	42.71%	512.57	512.57
ARENA	54.30%	51.31%	615.76	1128.33
ASFALTO	5.50%	5.50%	66.00	1194.33
PET	0.00%	0.00%	0.00	1194.33
FILLER	0.50%	0.47%	5.67	1200.00
TOTAL			1200.00	

ENSAYO N° 4: PEN 60/70 AL 6% (SIN PET)

TABLA XXVI

6.0% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	42.49%	509.86	509.86
ARENA	54.30%	51.04%	612.50	1122.36
ASFALTO	6.00%	6.00%	72.00	1194.36
PET	0.00%	0.00%	0.00	1194.36
FILLER	0.50%	0.47%	5.64	1200.00
TOTAL			1200.00	

DOSIFICACIÓN 6%ASF+0%PET

ENSAYO N° 5: PEN 60/70 AL 6.5% (SIN PET)

TABLA XXVII

DOSIFICACIÓN 6.5%ASF+0%PET

6.5% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	42.26%	507.14	507.14
ARENA	54.30%	50.77%	609.25	1116.39
ASFALTO	6.50%	6.50%	78.00	1194.39
PET	0.00%	0.00%	0.00	1194.39
FILLER	0.50%	0.47%	5.61	1200.00
TOTAL			1200.00	

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

MUESTRA N°	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	652.0	652.0	652.0	652.0	652.0
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2910.0	2910.0	2910.0	2910.0	2910.0
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	2309.0	2305.0	2303.0	2298.0	2300.0
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3807.0	3805.0	3802.0	3793.0	3786.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1498.0	1500.0	1499.0	1495.0	1486.0
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	601.0	605.0	607.0	612.0	610.0
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.493	2.479	2.470	2.443	2.436
CONTENIDO % C.A.	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50

TABLA XXVIII

ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA MEZCLA PATRÓN

c) Método Marshall para mezcla asfáltica modificada

- Evaluación con 3% PET

ENSAYO N° 1:

TABLA XXIX

DOSIFICACIÓN 3%PET+4.5%ASF

3% PET + 4.5% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	41.81%	501.72	501.72
ARENA	54.30%	50.23%	602.73	1104.45
ASFALTO	4.50%	4.50%	54.00	1158.45
PET	3.00%	3.00%	36.00	1194.45
FILLER	0.50%	0.46%	5.55	1200.00
TOTAL	1.00		1200.00	

ENSAYO N° 2:

TABLA XXX

DOSIFICACIÓN 3%PET+5%ASF

3% PET + 5.0% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	41.58%	499.01	499.01
ARENA	54.30%	49.96%	599.47	1098.48
ASFALTO	5.00%	5.00%	60.00	1158.48
PET	3.00%	3.00%	36.00	1194.48
FILLER	0.50%	0.46%	5.52	1200.00
TOTAL			1200.00	

ENSAYO N° 3:

TABLA XXXI
DOSIFICACIÓN 3%PET+5.5%ASF

3% PET + 5.5% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	41.36%	496.30	496.30
ARENA	54.30%	49.68%	596.21	1092.51
ASFALTO	5.50%	5.50%	66.00	1158.51
PET	3.00%	3.00%	36.00	1194.51
FILLER	0.50%	0.46%	5.49	1200.00
TOTAL			1200.00	

ENSAYO N° 4:

TABLA XXXII
DOSIFICACIÓN 3%PET+6%ASF

3% PET + 6.0% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	41.13%	493.58	493.58
ARENA	54.30%	49.41%	592.96	1086.54
ASFALTO	6.00%	6.00%	72.00	1158.54
PET	3.00%	3.00%	36.00	1194.54
FILLER	0.50%	0.46%	5.46	1200.00
TOTAL			1200.00	

ENSAYO N° 5:

TABLA XXXIII

DOSIFICACIÓN 3%PET+6.5%ASF

3% PET + 6.5% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	40.91%	490.87	490.87
ARENA	54.30%	49.14%	589.70	1080.57
ASFALTO	6.50%	6.50%	78.00	1158.57
PET	3.00%	3.00%	36.00	1194.57
FILLER	0.50%	0.45%	5.43	1200.00
TOTAL			1200.00	

TABLA XXXIV

ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA CON 3%PET

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

MUESTRA Nº	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	652.0	652.0	652.0	652.0	652.0
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2910.0	2910.0	2910.0	2910.0	2910.0
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	2307.0	2303.0	2298.0	2288.0	2293.0
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3801.0	3799.0	3792.0	3785.0	3769.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1494.0	1496.0	1494.0	1497.0	1476.0
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	603.0	607.0	612.0	622.0	617.0

PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.478	2.465	2.441	2.407	2.392
CONTENIDO % C.A.	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50

- Evaluación con 3.5% PET

ENSAYO N° 1:

TABLA XXXV
DOSIFICACIÓN 3.5%PET+4.5%ASF

3.5% PET + 4.5% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	41.58%	499.01	499.01
ARENA	54.30%	49.96%	599.47	1098.48
ASFALTO	4.50%	4.50%	54.00	1152.48
PET	3.50%	3.50%	42.00	1194.48
FILLER	0.50%	0.46%	5.52	1200.00
TOTAL			1200.00	

ENSAYO N° 2:

TABLA XXXVI
DOSIFICACIÓN 3.5%PET+5%ASF

3.5% PET + 5.0% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	41.36%	496.30	496.30
ARENA	54.30%	49.68%	596.21	1092.51
ASFALTO	5.00%	5.00%	60.00	1152.51
PET	3.50%	3.50%	42.00	1194.51
FILLER	0.50%	0.46%	5.49	1200.00

TOTAL	1200.00
--------------	----------------

ENSAYO N°3:

TABLA XXXVII

DOSIFICACIÓN 3.5%PET+5.5%ASF

3.5% PET + 5.5% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	41.13%	493.58	493.58
ARENA	54.30%	49.41%	592.96	1086.54
ASFALTO	5.50%	5.50%	66.00	1152.54
PET	3.50%	3.50%	42.00	1194.54
FILLER	0.50%	0.46%	5.46	1200.00
TOTAL			1200.00	

ENSAYO N°4:

TABLA XXXVIII

DOSIFICACIÓN 3.5%PET+6%ASF

3.5% PET + 6.0% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	40.91%	490.87	490.87
ARENA	54.30%	49.14%	589.70	1080.57
ASFALTO	6.00%	6.00%	72.00	1152.57
PET	3.50%	3.50%	42.00	1194.57
FILLER	0.50%	0.45%	5.43	1200.00
TOTAL			1200.00	

ENSAYO N° 5:

TABLA XXXIX

DOSIFICACIÓN 3.5%PET+6.5%ASF

3.5% PET + 6.5% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	40.68%	488.16	488.16
ARENA	54.30%	48.87%	586.44	1074.60
ASFALTO	6.50%	6.50%	78.00	1152.60
PET	3.50%	3.50%	42.00	1194.60
FILLER	0.50%	0.45%	5.40	1200.00
TOTAL			1200.00	

TABLA XL

ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA CON 3.5%PET

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

MUESTRA Nº	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	652.0	652.0	652.0	652.0	652.0
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2910.0	2910.0	2910.0	2910.0	2910.0
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	2293.0	2298.0	2293.0	2285.0	2299.0
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3788.0	3797.0	3788.0	3782.0	3776.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1495.0	1499.0	1495.0	1497.0	1477.0
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	617.0	612.0	617.0	625.0	611.0
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.423	2.449	2.423	2.395	2.417
CONTENIDO % C.A.	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50

- Evaluación con 4% PET

ENSAYO N°1:

TABLA XLI

DOSIFICACIÓN 4%PET+4.5%ASF

4% PET + 4.5% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	41.36%	496.30	496.30
ARENA	54.30%	49.68%	596.21	1092.51
ASFALTO	4.50%	4.50%	54.00	1146.51
PET	4.00%	4.00%	48.00	1194.51
FILLER	0.50%	0.46%	5.49	1200.00
TOTAL			1200.00	

ENSAYO N° 2:

TABLA XLII

DOSIFICACIÓN 4%PET+5%ASF

4% PET + 5.0% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	41.13%	493.58	493.58
ARENA	54.30%	49.41%	592.96	1086.54
PEN 60/70	5.00%	5.00%	60.00	1146.54
PET	4.00%	4.00%	48.00	1194.54
FILLER	0.50%	0.46%	5.46	1200.00
TOTAL			1200.00	

ENSAYO N° 3:

TABLA XLIII

DOSIFICACIÓN 4%PET+5.5%ASF

4% PET + 5.5% ASF				
--------------------------	--	--	--	--

INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	40.91%	490.87	490.87
ARENA	54.30%	49.14%	589.70	1080.57
PEN 60/70	5.50%	5.50%	66.00	1146.57
PET	4.00%	4.00%	48.00	1194.57
FILLER	0.50%	0.45%	5.43	1200.00
TOTAL			1200.00	

ENSAYO N°4:

TABLA XLIV

DOSIFICACIÓN 4%PET+6%ASF

4% PET + 6.0% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	40.68%	488.16	488.16
ARENA	54.30%	48.87%	586.44	1074.60
PEN 60/70	6.00%	6.00%	72.00	1146.60
PET	4.00%	4.00%	48.00	1194.60
FILLER	0.50%	0.45%	5.40	1200.00
TOTAL			1200.00	

ENSAYO N°5:

TABLA XLV

DOSIFICACIÓN 4%PET+6.5%ASF

4% PET + 6.5% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	40.45%	485.45	485.45
ARENA	54.30%	48.60%	583.18	1068.63
PEN 60/70	6.50%	6.50%	78.00	1146.63
PET	4.00%	4.00%	48.00	1194.63
FILLER	0.50%	0.45%	5.37	1200.00
TOTAL			1200.00	

TABLA XLVI

ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA CON 4%PET

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

MUESTRA Nº	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	652.0	652.0	652.0	652.0	652.0
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2910.0	2910.0	2910.0	2910.0	2910.0
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	2291.0	2292.0	2288.0	2283.0	2281.0
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3790.0	3788.0	3781.0	3782.0	3774.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1499.0	1496.0	1493.0	1499.0	1493.0
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	619.0	618.0	622.0	627.0	629.0
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.422	2.421	2.400	2.391	2.374
CONTENIDO % C.A.	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50

- Evaluación con 4.5% PET

ENSAYO N°1:

TABLA XLVII

DOSIFICACIÓN 4.5%PET+4.5%ASF

4.5% PET + 4.5% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	41.13%	493.58	493.58
ARENA	54.30%	49.41%	592.96	1086.54
ASFALTO	4.50%	4.50%	54.00	1140.54
PET	4.50%	4.50%	54.00	1194.54
FILLER	0.50%	0.46%	5.46	1200.00
TOTAL			1200.00	

ENSAYO N°2:

TABLA XLVIII

DOSIFICACIÓN 4.5%PET+5%ASF

4.5% PET + 5.0% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	40.91%	490.87	490.87
ARENA	54.30%	49.14%	589.70	1080.57
ASFALTO	5.00%	5.00%	60.00	1140.57
PET	4.50%	4.50%	54.00	1194.57
FILLER	0.50%	0.45%	5.43	1200.00
TOTAL			1200.00	

ENSAYO N° 3:

TABLA XLIX

DOSIFICACIÓN 4.5%PET+5.5%ASF

4.5% PET + 5.5% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	40.68%	488.16	488.16
ARENA	54.30%	48.87%	586.44	1074.60
ASFALTO	5.50%	5.50%	66.00	1140.60

PET	4.50%	4.50%	54.00	1194.60
FILLER	0.50%	0.45%	5.40	1200.00
TOTAL			1200.00	

ENSAYO N°4:

TABLA L

DOSIFICACIÓN 4.5%PET+6%ASF

4.5% PET + 6.0% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	40.45%	485.45	485.45
ARENA	54.30%	48.60%	583.18	1068.63
ASFALTO	6.00%	6.00%	72.00	1140.63
PET	4.50%	4.50%	54.00	1194.63
FILLER	0.50%	0.45%	5.37	1200.00
TOTAL			1200.00	

ENSAYO N° 5:

TABLA LI

DOSIFICACIÓN 4.5%PET+6.5%ASF

4.5% PET + 6.5% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	40.23%	482.74	482.74
ARENA	54.30%	48.33%	579.92	1062.66
ASFALTO	6.50%	6.50%	78.00	1140.66
PET	4.50%	4.50%	54.00	1194.66
FILLER	0.50%	0.45%	5.34	1200.00
TOTAL			1200.00	

TABLA LII

ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA CON 4.5%PET

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

MUESTRA Nº	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	652.0	652.0	652.0	652.0	652.0
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2910.0	2910.0	2910.0	2910.0	2910.0
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	2284.0	2283.0	2281.0	2275.0	2268.0
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3784.0	3776.0	3773.0	3769.0	3763.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1500.0	1493.0	1492.0	1494.0	1495.0
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	626.0	627.0	629.0	635.0	642.0
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.396	2.381	2.372	2.353	2.329
CONTENIDO % C.A.	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50

- Evaluación con 5% PET

ENSAYO Nº1:

TABLA LIII

Dosificación 5%PET+4.5%asf

5% PET + 4.5% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	40.91%	490.87	490.87
ARENA	54.30%	49.14%	589.70	1080.57
ASFALTO	4.50%	4.50%	54.00	1134.57
PET	5.00%	5.00%	60.00	1194.57
FILLER	0.50%	0.45%	5.43	1200.00
TOTAL			1200.00	

ENSAYO N°2:

TABLA LIV

DOSIFICACIÓN 5%PET+5%ASF

5% PET + 5.0% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	40.68%	488.16	488.16
ARENA	54.30%	48.87%	586.44	1074.60
ASFALTO	5.00%	5.00%	60.00	1134.60
PET	5.00%	5.00%	60.00	1194.60
FILLER	0.50%	0.45%	5.40	1200.00
TOTAL			1200.00	

ENSAYO N°3:

TABLA LV

DOSIFICACIÓN 5%PET+5.5%ASF

5% PET + 5.5% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	40.45%	485.45	485.45
ARENA	54.30%	48.60%	583.18	1068.63
ASFALTO	5.50%	5.50%	66.00	1134.63
PET	5.00%	5.00%	60.00	1194.63

FILLER	0.50%	0.45%	5.37	1200.00
TOTAL			1200.00	

ENSAYO N°4:

TABLA LVI

DOSIFICACIÓN 5%PET+6%ASF

5% PET + 6.0% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	40.23%	482.74	482.74
ARENA	54.30%	48.33%	579.92	1062.66
ASFALTO	6.00%	6.00%	72.00	1134.66
PET	5.00%	5.00%	60.00	1194.66
FILLER	0.50%	0.45%	5.34	1200.00
TOTAL			1200.00	

ENSAYO N°5

TABLA LVII

DOSIFICACIÓN 5%PET+6.5%ASF

5% PET + 6.5% ASF				
INSUMO	%	TOTAL	MASA(g)	ACUMULATIVO
PIEDRA	45.20%	40.00%	480.02	480.02
ARENA	54.30%	48.06%	576.67	1056.69
ASFALTO	6.50%	6.50%	78.00	1134.69
PET	5.00%	5.00%	60.00	1194.69
FILLER	0.50%	0.44%	5.31	1200.00
TOTAL			1200.00	

TABLA LVIII

ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA CON 5%PET

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

MUESTRA Nº	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	652.0	652.0	652.0	652.0	652.0
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2910.0	2910.0	2910.0	2910.0	2910.0
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	2287.0	2284.0	2284.0	2281.0	2274.0
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3782.0	3778.0	3777.0	3775.0	3768.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1495.0	1494.0	1493.0	1494.0	1494.0
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	623.0	626.0	626.0	629.0	636.0
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.400	2.387	2.385	2.375	2.349
CONTENIDO % C.A.	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50

RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS REALIZADOS A LOS AGREGADOS PÉTREOS.

TABLA LIX

RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN ENSAYOS DE LOS AGREGADOS PÉTREOS

NOMBRE DEL ENSAYO	NORMATIVA	ESTIPULADO	OBTENIDO
Análisis granulométrico de los agregados fino y grueso	NTP 400.012	-	-
Peso específico y absorción del agregado fino	NTP 400.021	Absorción Máxima=0.5%	Pe=2.57gr/cm ³ Absorción=0.49%
Peso específico y absorción del agregado grueso	NTP 400.021	Absorción Máxima=1%	Pe=2.668gr/cm ³ Absorción=0.9%
Porcentaje de caras fracturadas	ASTM D 4791	Mínimo=50%	88.5%
Partículas chatas y alargadas	ASTM D 4791	Máximo=10%	9.3%
Índice de plasticidad	N.T.P. 339.129 y ASTM D 4318	Máximo=4%	2.24%
Contenido de sales solubles totales	MTC E 210-2000	Máximo 0.5%	0.1%

3.2. Discusión

1° Respecto a la calidad de agregados fino y grueso, se combinaron para encontrar la dosificación de la granulometría que formalice con los parámetros establecidos en el MAC 2 del “Manual de Carreteras-Especificaciones técnicas generales para construcción-EG-2013, 423”, obteniendo así una vinculación de 54.3% de agregado fino, un 45.2% de agregado grueso y un 0.5% de filler. Para de tal manera entablar una correcta gradación según el manual mencionado.

2° Para los resultados del peso específico y absorción de los agregados fino y grueso se encontró que estuvieron dentro de los estatutos establecidos en el “Manual de carreteras-EG-2013”.

3° El porcentaje de caras fracturadas también cumple con lo establecido en el “Manual de Carreteras-EG-2013”.

4° Para el ensayo de partículas chatas y alargadas se encontró un 9.3% que está dentro del límite máximo según el “Manual de Carreteras-EG-2013”.

5° Para el índice de plasticidad se encontró un valor de 2.24%, este valor está dentro del régimen aceptado según el “Manual de Carreteras-EG-2013”.

6° El contenido de sales solubles encontrado en los agregados también se encuentra dentro del régimen establecido por el “Manual de Carreteras-EG-2013”.

7° Según los ensayos trabajados en laboratorio se establece un porcentaje óptimo de asfalto de 5.80%.

8° Para una adición de 3% de PET a la mezcla con 5.8% de asfalto respecto a su peso, aumenta la estabilidad, el flujo y el % de vacíos.

3.3. Aporte de la investigación

Desarrollo y generalización de resultados, se identificó un vacío en el conocimiento respecto a la cantidad en porcentaje de plástico triturado, se propone seguir estudiando con porcentajes más bajos.

Además, la investigación es una actividad fundamental para alcanzar el conocimiento en un sin número de temas que se pueden llegar a conocer y posteriormente realizar, los nuevos conocimientos encontrados tras cada investigación promueven a un mejor futuro.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

En base a un análisis técnico y comparativo de resultados se establece que, un porcentaje óptimo de asfalto PEN 60/70 en porcentaje de 5.8% con adición de PET al 3% corresponde a una efectiva opción para un tránsito medio, ya que se los resultados encontrados indican que están dentro de los requisitos establecidos según el “MANUAL DE CARRETERAS–TABLA 423-06- Requisitos para mezcla de concreto bituminoso”.

Con resultados encontrados de % de vacíos en 4.293% lo cual se encuentra dentro del rango establecido, un V.M.A. de 16.63%, V.LL.C.A de 74.064% dentro del parámetro entre 65%-75%, una relación de Polvo/Asfalto de 0.875% cuyos rangos según el manual es de 0.6%-1.3%, un flujo de 14.373 comprendido entre 8-16, una estabilidad de 13.117kN siendo el mínimo de 5.44kN estipulado y por último una relación Estabilidad/Flujo de 2371.77 kg/cm² comprendido entre el rango establecido en el manual de 1 700kg/cm² – 4 000kg/cm².

Dato esto, podemos deducir que incrementa las propiedades mecánicas, ya que el resultado más destacado según el porcentaje que incrementa la estabilidad tras la proporción de 3% de PET, con lo que se consigue una mayor estabilidad de 13.117kN, en comparación con la mezcla patrón con una estabilidad de 9.708kN lo que se traduce en una mayor resistencia a la deformación que provoca el peso. Así, se ve que es muy importante cambiar

la mezcla asfáltica tradicional por una con incorporación de PET, porque se optimizan las propiedades mecánicas, por lo tanto, es más recomendable utilizar 3% de PET en la mezcla asfáltica para un tránsito medio, lo que proporciona una mayor durabilidad. Por medio de los vacíos se puede apreciar que la durabilidad de la mezcla asfáltica se siente a corde, se puede acatar que se cumple con la hipótesis de esta investigación, pues los resultados de los estudios inferenciales realizados presentan un comportamiento confortable y demuestra que existe una optimización de las propiedades mecánicas de los pavimentos flexibles al integrar lo que resulta de la trituración de botellas de plástico (PET). Donde se concluye que esta mezcla asfáltica con la integración de dicho reciclaje mejora sus características mecánicas, se puede concluir que se incrementan sus propiedades y de tal forma su durabilidad.

4.2. Recomendaciones

1° Aquilatar que después de analizar los resultados de los ensayos de laboratorio tanto para los agregados como para las briquetas, estas cumplan con la demanda mínima establecido por el “Manual de ensayo de materiales” y “Manual de carreteras”

2° Realizar ensayos del material PET con otros porcentajes.

3° La propuesta de diseño resaltada en este estudio es de gran importancia, ya que nos ayuda a utilizar un material tan abundante que proviene de botellas plásticas.

4° Esta investigación tuvo un valor importante, ya que se espera que se promueva a reciclar más plástico, para otorgarnos así una mayor calidad de vida y sostener el ecosistema en medida que lo podamos aprovechar de la mejor manera posible.

REFERENCIAS

- [1] M. A. Dalhat, Al-Abdul-Wahhab, Hamad Ibrahim and Al-Adham, Khaleel, "Recycled Plastic Waste Asphalt Concrete via Mineral Aggregate Substitution and Binder Modificatio," *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 31, no. 8, 2019.
- [2] S. Wu and L. Montalvo, "Repurposing waste plastics into cleaner asphalt pavement materials: A critical literature review," *Journal of Cleaner Production*, vol. 280, no. 2, 2021.
- [3] M. Machsus, J.-H. Chen, D. Wahyu Hayati, M. Khoiri, A. Firdans Mawardi and R. Basuki, "Improvement for asphalt mixture performance using plastic bottle waste," *international Journal of GEOMATE*, vol. 20, no. 79, pp. 139-146, 2021.
- [4] W. Leal Filho, U. Saari, M. Fedoruk, A. Lital, H. Moora, M. Klöga and V. Voronova, "An overview of the problems posed by plastic products and the role of extend producer responsibility in Europe," *Journal of Cleaner Production*, vol. 214, pp. 550-558, 2019.
- [5] Y. Chen, Z. Cui, X. Cui, X. Wang, X. Li, S. Li and W. Liu, "Life cycle assessment of end-of-life treatments of waste plastics in China," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 146, pp. 348-357, 2019.
- [6] A. Awad, F. Alsaleh and F. Al-Adday, "Low-cost pavement by using solid waste,recycled agregates, crumb rubber, and waste plastic for rural road.," *International Journal of GEOMATE*, vol. 20, no. 77, pp. 18-23, 2021.
- [7] A. E. Abu, I. R. Ibrahim Sourour and W. A. El-Sayed Bekheet, "Using of Plastic Wastes as Additives in Bituminous Mixes," *Applied Science and Engineering Progress*, vol. 14, no. 1, pp. 131-141, 2021.

- [8] H. Y. Bustos, N. Rodríguez Ramírez, P. A. Sosa Martínez and J. N. Calderón Bustos, "Fundamentos micro y macroscópicos de la modificación del asfalto convencional con polímeros: una revisión," *Revista Inventum*, vol. 13, no. 24, 2018.
- [9] G. M. Duarte and A. L. Faxina, "Asphalt concrete mixtures modified with polymeric waste by the wet and dry processes: A literature review," *Construction and Building Materials*, vol. 312, 2021.
- [10] G. E. De-la-Torre, D. C. Dioses-Salinas, J. M. Castro, R. Antay, N. Yupanqui Fernández, D. Espinoza-Morriberón and M. Saldaña-Serrano, "Abundance and distribution of microplastics on sandy beaches of Lima, Peru," *Marine Pollution Bulletin*, vol. 151, 2020.
- [11] A. A. Ortiz, D. Sucozhañay, P. Vanegas and A. Martínez-Moscoso, "A regional response to a global problem: Single use plastics regulation in the countries of the pacific alliance.," *Sustainability*, vol. 12, no. 19, 2020.
- [12] R. Ghabchi, C. Prashan Dharmarathna and M. Mihandoust, "Feasibility of using micronized recycled Polyethylene Terephthalate (PET) as an asphalt binder additive: A laboratory study," *Construction and Building Materials*, vol. 292, 2021.
- [13] A. Almeida, S. Captao, C. Estanqueiro and L. Picardo Santos, "Possibility of incorporating waste plastic film flakes into warm-mix asphalt as a bitumen extender," *Construction and Building Materials*, vol. 291, 2021.
- [14] S. Karmakar and T. Kumar Roy, "Influence of Plastic Waste on Chemical and Mechanical Properties of Modified Bitumen Used in the Bituminous Mix for Flexible Pavement," *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 33, no. 2, 2021.
- [15] M. Yousuf, M. Jhanzaib, K. Ullah, M. Adnan, M. Ahmad, M. Ashiq, U. Shehzad, M. Munir, S. Ur Rehman, M. Akhtar, M. Rizwan, M. Javed, A. Omer, U. Akram and A. Iqbal, "Utilization of Waste Plastic Polymers to Improve the Performance

- of Modified Hot Mix Asphalt," *Pakistan Journal of Engineering and Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 162-171, 2020.
- [16] A. S. Esfandabad, S. M. Motevalizadeh, R. Sedghi, P. Ayar and S. M. Asgharzadeh, "Fracture and mechanical properties of asphalt mixtures containing granular polyethylene terephthalate (PET)," *Construction and Building Materials*, vol. 259, 2020.
- [17] R. Li, Z. Leng, J. Yang, G. Lu, M. Huang, J. Lan, H. Zhang, Y. Bai and Z. Dong, "Innovative application of waste polyethylene terephthalate (PET) derived additive as an antistripping agent for asphalt mixture: Experimental investigation and molecular dynamics simulation," *Fuel*, vol. 300, 2021.
- [18] D. F. Silvestre Velasquez, Artist, *Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad e Lima-2017*. [Art]. Universidad César Vallejo, 2017.
- [19] C. J. Ballena, Artist, *Utilización de fibras de polietileno de botellas de plástico para su aplicación en el diseño de mezclas asfálticas ecológicas en frío*. [Art]. Universidad Señor de Sipán, 2016.
- [20] S. W. López Jácome and Y. A. Veloz Vásquez, Artists, *Análisis comparativo de mezclas asfálticas modificadas con polímeros SBR y SBS, con agregados provenientes de la cantera de Guayllabamba*. [Art]. Escuela Politécnica del Ejército, 2013.
- [21] J. M. Mares Reyes, "Cemento asfáltico," *Revista Consultoría*, 2020.
- [22] Y. R. Dávalos Murray, Artist, *Obtención de mezclas asfálticas mediante la adición de amterial reciclado: poliestireno expandido*. [Art]. Universidad Nacional de San Agustín, 2015.

- [23] N. Galego-Fernández and C. Rozsa-Galego, "Ciencia de los Polímeros en la Universidad de la Habana," *Revista Cubana de Química*, vol. 30, no. 1, pp. 77-89, 2018.
- [24] F. A. Wulf Rodriguez, Artist, *Análisis de pavimento asfáltico modificado con polímero*. [Art]. Universidad Austral de Chile, 2008.

ANEXOS

Anexo N° 1. Máquina Marshall



Anexo N° 2. Muestras listas para determinar el contenido de sales solubles



Anexo N° 3. Briquetas recién sacadas del molde



Anexo N° 4. Briquetas listas para compactar



Anexo N° 5. Certificado Ensayo porcentaje de caras fracturadas



Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswceirl@gmail.com

Certificado INDECOPI N°00132704 RMP Servicios 50608589

Solicitud de Ensayo : **0308A-22/ LEMS W&C**
 Solicitante : Bailon Fiorentini Brian Leonardo
 Proyecto / Obras : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 03 de agosto del 2022.
 Inicio de Ensayo : Miércoles, 10 de agosto del 2022.
 Fin de Ensayo : Viernes, 12 de agosto del 2022.

ENSAYO : PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS
 REFERENCIA : MTC E-210-2000

Muestra : Agregado Grueso

Cartera : Planta de Asfalto - Batangrande

A. Partículas con una cara fracturadas						
Tamaño del agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido en Tamiz	(g)	(g)	((B/A)*100)	% Retenido	C*D
1 1/2"	1"	2000	0	0	0	0
1"	3/4"	1500	0	0	0	0
3/4"	1/2"	1200	1050	87.50	24.0	2100.0
1/2"	3/8"	300	277	92.33	6.0	554.0
TOTAL		5000	1327			

$$\text{UNA CARA FRACTURADA (\%)} = \frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \frac{2654.0}{30.0} = 88.5 \%$$

B. Partículas con una Aa más cara fracturadas						
Tamaño del agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido en Tamiz	(g)	(g)	((B/A)*100)	% Retenido	C*D
1 1/2"	1"	2000				
1"	3/4"	1500				
3/4"	1/2"	1200	894	74.50	24.0	1788.0
1/2"	3/8"	300	258.3	86.10	6.0	516.6
TOTAL		5000	1152.3			

$$\text{DOS A MÁS CARA FRACTURADA (\%)} = \frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}} = \frac{2304.6}{30.0} = 76.8 \%$$

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

LEMS W&C EIRL

 WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Ángel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo N° 6. Ensayo partículas chatas y alargadas



LEMS W&C EIRL

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios 50608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswycerl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **0308A-22/ LEMS W&C**
 Solicitante : Bailon Fiorentini Brian Leonardo
 Proyecto / Obras : "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 03 de agosto del 2022.
 Inicio de Ensayo : Miércoles, 10 de agosto del 2022.
 Fin de Ensayo : Viernes, 12 de agosto del 2022.

ENSAYO : AGREGADOS. Método de ensayo para determinar partículas planas, partículas alargadas o partículas alargadas en agregado grueso. 2a Edición.
 REFERENCIA : N.T.P. 400.040

Muestra : Agregado Grueso

Centera : Planta de Asfalto - Batangrande

TAMZ (Pulg.)	ABERTURA (mm)	PESO DE PARTICULAS CHATAS	PESO DE PARTICULAS ALARGADAS	PESO DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)	(%) CORREGIDO
2"	50.800					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000					
1/2"	12.700	9.8	11.4	0.0	3.06	1.55
3/8"	9.500	106.7	0.0	0.0	15.67	7.74
N° 4	4.750					

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)	9.3
--	------------

OBSERVACIONES :

- Relación usada: 1/3 (Espesor /Longitud).
- Muestras provistas e identificadas por el solicitante,


LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo N° 7. Certificado ensayo P.E y absorción agregado grueso



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyc@eirl.com

Solicitud de Ensayo : **0308A-22/ LEMS W&C**
Solicitante : BAILON FIORENTINI BRIAN LEONARDO
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO".
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 03 de agosto del 2022.
Inicio de Ensayo : Miércoles, 03 de agosto del 2022.
Finde Ensayo : Viernes, 05 de agosto del 2022.

NORMA : AGREGADOS Densidad relativa (Peso específico) y absorción del agregado grueso.
Método de ensayo.

REFERENCIA : NTP 400.021:2020

Muestra: Agregado Grueso

Cantera : Planta de Asfalto - Batangrande

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.668
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.9

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
TÉC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo N° 9. Certificado ensayo P.E y absorción del agregado fino



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswycer@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **0308A-22/ LEMS W&C**
Solicitante : BAILON FIORENTINI BRIAN LEONARDO
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO".
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 03 de agosto del 2022.
Inicio de Ensayo : Miércoles, 03 de agosto del 2022.
Fin de Ensayo : Viernes, 05 de agosto del 2022.

NORMA : AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo.

REFERENCIA : NTP 400.022:2021

Muestra : Agregado Fino

Cantera : Planta de Asfalto - Batangrande

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.571
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.492

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo N° 12. Certificado ensayo Peso unitario del PET



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyc@eirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **0308A-22/ LEMS W&C**
 Solicitante : BAILON FIORENTINI BRIAN LEONARDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 03 de agosto del 2022.
 Inicio de Ensayo : Jueves, 25 de agosto del 2022.
 Finde Ensayo : Viernes, 26 de agosto del 2022.
 Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado Método de ensayo 3a Edición.
 Referencia : NTP 400.017:2020
 NTP 339.185:2021

Muestra : PET

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	307
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	305
Contenido de Humedad	(%)	0.61
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	355
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	353
Contenido de Humedad	(%)	0.61

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo N° 13. Certificado ensayo Contenido de sales solubles agregado fino



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswycelri@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 0308A-22/ LEMS W&C
Solicitante : BAILÓN FIORENTINI BRIAN LEONARDO
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO".
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 03 de agosto del 2022.
Inicio de Ensayo : Martes, 23 de agosto del 2022.
Fin de Ensayo : Jueves, 25 de agosto del 2022.

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelo y agua subterránea.

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.152 : 2002

<u>Cantera</u>	: Planta de Asfalto - Batangrande	
<u>Muestra</u>	: Agregado Fino	
Constituyentes de sales solubles totales	ppm	1000
Constituyentes de sales solubles totales	%	0.10

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

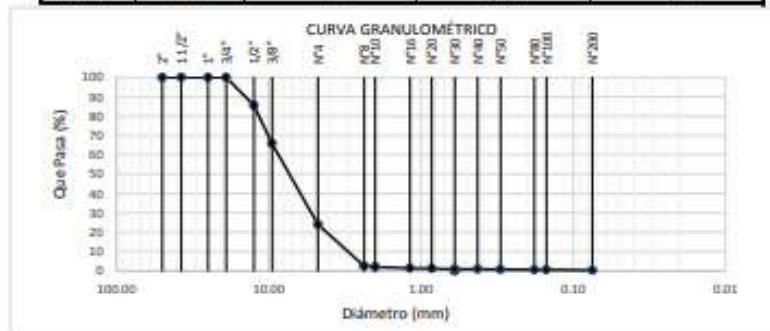
Anexo N° 14. Certificado ensayo análisis granulométrico agregado grueso



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
 Pimentel – Lambayeque
 R.U.C. 20480781334
 Email: lemswycel@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **0308A-22/ LEMS W&C**
 Solicitante : BAILON FIORENTINI BRIAN LEONARDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO".
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 03 de agosto del 2022.
 Inicio de Ensayo : Martes, 12 de junio del 2022
 Fin de Ensayo : Jueves, 15 de junio del 2022
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y Grueso.
 Método de ensayo.
 NORMA : N.T.P. 400.012:2021
 Muestra : Agregado Grueso Cantera : Planta de Asfalto - Batangrande

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado
Pulg.	(mm.)			
2"	50.000	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	14.4	14.4	85.6
3/8"	9.500	19.7	34.1	65.9
Nº 4	4.750	42.1	76.1	23.9
Nº 8	2.360	21.5	97.6	2.4
Nº 10	2.000	0.4	98.0	2.1
Nº 16	1.180	0.6	98.6	1.4
Nº 20	0.850	0.2	98.7	1.3
Nº 30	0.600	0.3	99.0	1.0
Nº 40	0.425	0.1	99.1	0.9
Nº 50	0.300	0.1	99.3	0.7
Nº 80	0.180	0.1	99.4	0.6
Nº100	0.150	0.1	99.5	0.5
Nº200	0.075	0.2	99.7	0.3



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



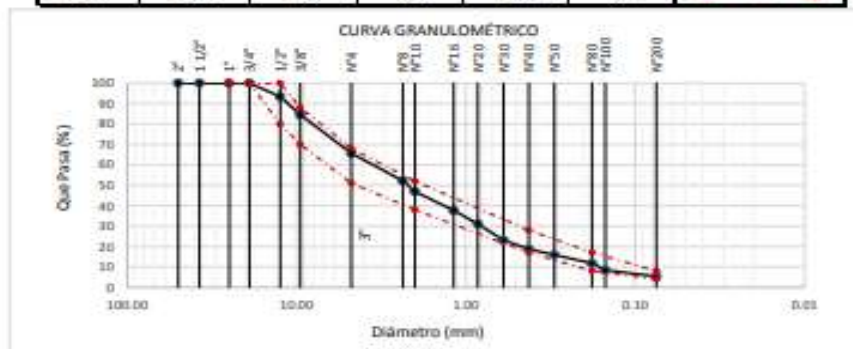
Anexo N° 16. Certificado ensayo análisis granulométrico combinado



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswcoeir@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **0308A-22/ LEMS W&C**
Solicitante : BAILON FIORENTINI BRIAN LEONARDO
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO".
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidlayo, Dpto. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 03 de agosto del 2022.
Inicio de Ensayo : Viernes, 16 de junio del 2022
Fin de Ensayo : Viernes, 16 de junio del 2022
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y Grueso. Método de ensayo.
NORMA : N.T.P. 400.012:2021
Muestra : Dosificación 54.3% de Agregado Fino + 45.2% de Agregado grueso + 0.5% de Filler Mineral

Malla	45.2	54.3	0.5	100.0	GRADACIÓN	
					% Que Pasa	
Pulg.	(mm.)	A. Grueso	A. Fino	Filler	Combinado	MAC - 2
2"	50.000	100.0	100.0	100.0	100.0	
1 1/2"	37.500	100.0	100.0	100.0	100.0	
1"	25.000	100.0	100.0	100.0	100.0	
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100
1/2"	12.500	65.6	100.0	100.0	93.5	80 - 100
3/8"	9.500	65.9	100.0	100.0	84.6	70 - 88
Nº 4	4.750	23.9	100.0	100.0	65.6	51 - 68
Nº 8	2.360	2.4	93.2	100.0	52.2	
Nº 10	2.000	2.1	83.6	100.0	46.8	38 - 52
Nº 16	1.180	1.4	67.4	100.0	37.7	
Nº 20	0.850	1.3	55.1	100.0	31.0	
Nº 30	0.600	1.0	40.8	100.0	23.1	
Nº 40	0.425	0.9	32.9	100.0	18.7	17 - 28
Nº 50	0.300	0.7	27.9	100.0	16.0	
Nº 80	0.180	0.6	20.1	100.0	11.7	8 - 17
Nº100	0.150	0.5	14.7	100.0	8.4	
Nº200	0.075	0.3	8.7	100.0	5.4	4 - 8



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Anexo N° 17. Certificado ensayo densidad PET



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswceirl@gmail.com

Solicitud de ensayo : **0308A-22/ LEMS W&C**
Solicitante : BAILON FIORENTINI BRIAN LEONARDO
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO".
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 03 de agosto del 2022.
Inicio de ensayo : Martes, 12 de junio del 2022
Fin de ensayo : Martes, 12 de junio del 2022

NORMA : CEMENTOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DEL CEMENTO PORTLAND

REFERENCIA : N.T.P. 334.005-2011

MATERIAL : PET

Masa de material plástico	(gr)	30.00
Vol. Inicial kerosene	(ml)	0.00
Vol. Final desplazado kerosene	(ml)	21.60
PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm³)	1.389

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Anexo N° 18. Certificado ensayo Marshall Mezcla Patrón



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyc@eirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 0308A-22/ LEMS W&C
Solicitante : BAILON FIORENTINI BRIAN LEONARDO
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO".
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 03 de agosto del 2022.
Fin de Ensayo : Martes, 13 de septiembre del 2022.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

AGREGADOS	Piedra	Pet	Arena	Filler	Total	Tamices ASTM															
						% pasa Material			1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 8	No 10	No 40	No 50	No 80	No 100	No 200	
%	45.2	0.0	54.3	0.5	100	100	100	93.5	84.9	66.3	53.4	48	19.4	16.7	12.4	9.2	6.2				
BRIQUETA N°						1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1	% C.A. en masa de la Mezcla						4.50			5.00			6.00				6.50				
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla						43.17		42.94				42.71				42.26				
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla						51.86		51.59				51.31				50.77				
4	% de botellas de plástico triturado (PET)						0.00		0.00				0.00				0.00				
5	% Cemento Portland en masa de la Mezcla						0.48		0.48				0.47				0.47				
6	Peso Específico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc						1.018		1.018				1.018				1.018				
7	Peso Específico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc						2.668		2.668				2.668				2.668				
8	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc						2.571		2.571				2.571				2.571				
9	peso específico del PET																				
10	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc						3.15		3.15				3.15				3.15				
11	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc																				
12	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc																				
13	Altura promedio de la briqueeta (cm)	6.36	6.49	6.27	6.40	6.35	6.24	6.34	6.42	6.31	6.23	6.12	6.33	6.31	6.30	6.24					
14	Masa de la briqueeta al aire (gr)	1171.40	1155.30	1184.60	1187.40	1182.50	1181.30	1193.70	1192.90	1174.90	1195.10	1180.00	1181.60	1186.30	1182.80	1185.30					
15	Masa de la briqueeta al agua por 60° (gr)	1175.40	1162.40	1189.30	1191.00	1186.20	1185.30	1196.40	1197.60	1180.40	1200.60	1183.70	1186.10	1190.10	1189.00	1186.00					
16	Masa de la briqueeta desplazada (gr)	670.80	678.50	679.70	680.50	678.30	677.30	685.20	689.90	677.30	695.30	686.70	687.80	692.40	692.50	690.00					
17	Volumen de la briqueeta por desplazamiento (cc)	504.60	483.90	509.60	510.50	507.90	508.00	511.20	507.70	503.10	505.30	497.00	498.30	497.70	496.50	496.00					
18	Peso específico Bulk de la Briqueeta	2.321	2.387	2.325	2.326	2.328	2.325	2.335	2.350	2.335	2.367	2.374	2.371	2.384	2.382	2.390					
19	Peso Específico Máximo - Rice (ASTM D 2041)		2.493			2.479			2.470			2.443		2.436							
20	% de Vacíos (ASTM D 3203)	6.9	4.2	6.7	6.2	6.1	6.2	5.4	4.9	5.4	3.1	2.8	2.9	2.2	2.2	1.9					
21	Peso Específico Bulk Agregado Total		2.616			2.616			2.616			2.616		2.616							
22	Peso Específico Efectivo Agregado total		2.675			2.682			2.693			2.682		2.697							
23	Asfalto Absorbido por el Agregado		0.85			0.95			1.11			0.96		1.17							
24	% de Asfalto Efectivo		3.68			4.10			4.45			5.10		5.41							
25	Relación Polvo/Asfalto		0.6			0.7			0.7			0.8		0.9							
26	V.M.A.	15.3	12.9	15.2	15.5	15.5	15.6	15.7	15.1	15.7	15.0	14.7	14.8	14.8	14.9	14.6					
27	% Vacíos llenos con C.A.	55.0	67.2	55.5	60.2	60.6	60.1	65.2	67.9	65.3	79.3	80.9	80.2	85.5	85.1	87.0					
28	Flujo 0,01" (0,25 mm)	14.0	14.0	17.0	13.0	10.0	7.0	10.0	8.0	10.0	6.0	13.0	10.0	21.0	10.0	15.0					
29	Estabilidad sin corregir (Kg)	1609.4	1048.0	986.9	908.0	832.3	855.0	1130.3	880.3	815.9	1101.4	939.3	998.5	1519.0	1468.5	1459.5					
30	Factor de estabilidad	1.04	1.09	1.00	1.00	1.04	1.04	1.00	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04					
31	Estabilidad Corregida	1673.78	1142.32	986.90	908.00	865.59	889.20	1130.30	915.51	848.54	1145.46	976.87	1038.44	1579.76	1527.24	1517.88					
32	Estabilidad / Flujo	3037	2072	1475	1774	2199	3227	2871	2907	2155	4849	1909	2638	1911	3879	2570					

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante



Anexo N° 19. Certificado ensayo Rice Mezcla Patrón



Certificado INDECOP N° 00137704 RNP Servicios 50030588

Prologación Bolognesi Km. 3.5

Pimental - Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyc@igmail.com

INFORME

Solicitud de Ensayo : **0308A-22/ LEMS W&C**
 Solicitante : BAILON FIORENTINI BRIAN LEONARDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO".
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 03 de agosto del 2022.
 Inicio de Ensayo : Lunes, 12 de septiembre del 2022.
 Fin de Ensayo : Martes, 13 de septiembre del 2022.

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

MUESTRA N°	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	652.0	652.0	652.0	652.0	652.0
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2910.0	2910.0	2910.0	2910.0	2910.0
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	2309.0	2305.0	2303.0	2298.0	2300.0
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3807.0	3805.0	3802.0	3793.0	3786.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1498.0	1500.0	1499.0	1495.0	1486.0
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	601.0	605.0	607.0	612.0	610.0
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.493	2.479	2.470	2.443	2.436
CONTENIDO % C.A.	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50

OBSERVACIONES :

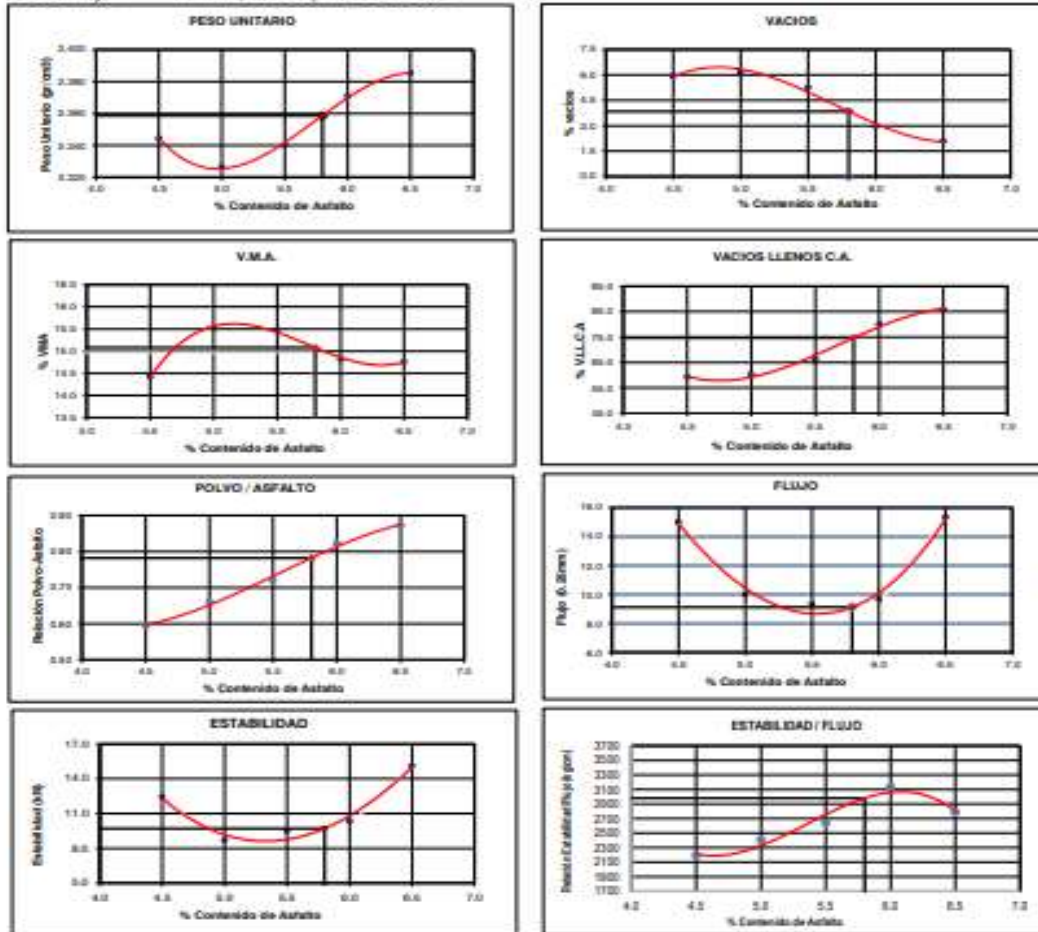
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Anexo N° 20. Certificado resultados y tablas mezcla asfáltica patrón

INFORME

Solicitud de Ensayo : 0306A-22/ LEMS W&C
 Solicitante : BAILON FIORENTINI BRIAN LEONARDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO".
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 03 de agosto del 2022.
 Fin de Ensayo : Martes, 13 de septiembre del 2022.



CARACTERÍSTICAS MARSHALL

INDICADOR	5.0	TRANSITO MEDIO
S. C. A.	5.88	
P. UNITARIO	2.36	
VACIOS	3.8	5 - 8
V.M.A.	15.1	14.0
S. U. C. A.	74.7	
POLVO / ASFALTO	0.79	0.6 - 1.3
FLUJO	8.1	5-15
ESTABILIDAD	9.71	2.4-4.0
ESTABILIDAD/FLUJO	2979.4	1000 - 4000

OBSERVACIONES :

- Muestras, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

LEMS W&C EIRL
 WILSON OLAYA AGUILAR
 TEL. DIGNOS DE MARSHALL Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 346904

Anexo N° 21. Certificado ensayo Marshall mezcla asfáltica con 3% PET



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimental - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswycarl@gmail.com

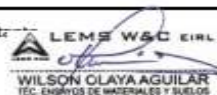
Solicitud de Ensayo : 0308A-22/ LEMS W&C
Solicitante : BAILON FIORENTINI BRIAN LEONARDO
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO".
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 03 de agosto del 2022.
Fin de Ensayo : Viernes, 16 de septiembre del 2022.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

AGREGADOS	Piedra	Pet	Arena	Filler	Tamices ASTM														
%	45.2	3.0	54.3	0.5	% pasa Material			1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 8	No 10	No 40	No 50	No 80	No 100	No 200
%					100	100	93.5	84.9	66.3	53.4	48	19.4	16.7	12.4	9.2	6.2			
BRIQUETA N°					1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	% C.A. en masa de la Mezcla					4.50			5.00			5.50			6.00				6.50
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla					41.81			41.58			41.36			41.13				40.91
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla					50.23			49.96			49.68			49.41				49.14
4	% de botellas de plástico triturado (PET)					3.00			3.00			3.00			3.00				3.00
5	% Cemento portland en masa de la Mezcla					0.46			0.46			0.46			0.46				0.45
6	Peso Específico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.018			1.018			1.018			1.018				1.018
7	Peso Específico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.668			2.668			2.668			2.668				2.668
8	Peso Específico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.571			2.571			2.571			2.571				2.571
9	peso específico del PET					1.389													
10	Peso Específico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.15			3.15			3.15			3.15				3.15
11	Peso Específico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc																		
12	Peso Específico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc																		
13	Altura promedio de la briqueeta (cm)				6.75	6.82	6.74	6.75	6.53	6.80	6.61	6.60	6.61	6.80	6.74	6.56	6.48	6.53	6.41
14	Masa de la briqueeta al aire (gr)				1186.70	1191.60	1191.90	1188.80	1191.20	1200.00	1181.00	1186.30	1187.10	1189.50	1202.50	1180.90	1182.10	1191.60	1183.20
15	Masa de la briqueeta al agua por 60''(gr)				1190.90	1195.50	1196.40	1192.60	1194.10	1204.40	1184.30	1190.00	1190.70	1193.80	1206.10	1184.50	1185.80	1195.00	1186.90
16	Masa de la briqueeta desplazada (gr)				661.80	658.50	670.70	672.50	669.30	672.30	675.00	678.00	678.00	678.90	686.70	672.80	669.40	679.50	678.00
17	Volumen de la briqueeta por desplazamiento (cc)				529.10	537.00	525.70	520.10	524.80	532.10	509.30	512.00	512.70	514.90	519.40	511.70	516.40	515.50	508.90
18	Peso específico Bulk de la Briqueeta				2.243	2.219	2.267	2.286	2.270	2.255	2.319	2.317	2.315	2.310	2.315	2.308	2.289	2.312	2.325
19	Peso Específico Máximo - Rice (ASTM D 2041)					2.478			2.465			2.317	2.441		2.311	2.407		2.309	2.392
20	% de Vacíos (ASTM D 3203)				9.5	10.4	8.5	7.3	7.9	8.5	5.0	5.1	5.2	4.0	3.8	4.1	4.3	3.4	2.8
21	Peso Específico Bulk Agregado Total					2.546			2.545			2.545			2.545			2.544	
22	Peso Específico Efectivo Agregado total					2.657			2.664			2.657			2.636			2.640	
23	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.68			1.78			1.69			1.39			1.45	
24	% de Asfalto Efectivo					2.90			3.31			3.90			4.69			5.14	
25	Relación Polvo/Asfalto					0.5			0.5			0.6			0.8			0.8	
26	V.M.A.				15.9	16.8	14.9	14.7	15.3	15.8	13.9	14.0	14.0	14.7	14.5	14.7	15.9	15.1	14.6
27	% Vacíos llenos con C.A.				40.3	37.7	43.2	50.6	48.3	46.3	63.9	63.6	63.3	72.6	73.7	72.1	72.9	77.6	80.7
28	Flujo 0,01"(0,25 mm)				14.3	14.3	15.6	19.5	6.5	24.7	18.2	13.0	13.0	15.6	14.3	14.3	14.3	19.5	22.1
29	Estabilidad sin corregir (Kg)				926.6	920.1	802.3	1035.4	988.0	1128.9	1282.8	1665.4	1492.3	844.6	1136.5	1627.1	1313.8	1068.6	967.4
30	Factor de estabilidad				0.96	0.93	0.96	1.00	0.96	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.04
31	Estabilidad Corregida				889.54	855.69	770.21	1035.40	948.48	1083.74	1282.80	1665.40	1492.30	844.60	1136.50	1627.10	1313.80	1068.60	995.70
32	Estabilidad / Flujo				1580	1520	1254	1349	3706	1114	1790	3254	2916	1375	2019	2890	2334	1392	1144

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Anexo N° 22. . Certificado ensayo Rice mezcla asfáltica con 3% PET



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios 5263226

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimental - Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswycer@gmail.com

INFORME

Solicitud de Ensayo : **0308A-22/ LEMS W&C**
 Solicitante : BAILON FIORENTINI BRIAN LEONARDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO".
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 03 de agosto del 2022.
 Inicio de Ensayo : Jueves, 15 de septiembre del 2022.
 Fin de Ensayo : Viernes, 16 de septiembre del 2022.

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

MUESTRA N°	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	652.0	652.0	652.0	652.0	652.0
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2910.0	2910.0	2910.0	2910.0	2910.0
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	2307.0	2303.0	2298.0	2288.0	2293.0
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3801.0	3799.0	3792.0	3785.0	3769.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1494.0	1496.0	1494.0	1497.0	1476.0
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	603.0	607.0	612.0	622.0	617.0
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.478	2.465	2.441	2.407	2.392
CONTENIDO % C.A.	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. EXPERTO EN MATERIALES Y SUELOS

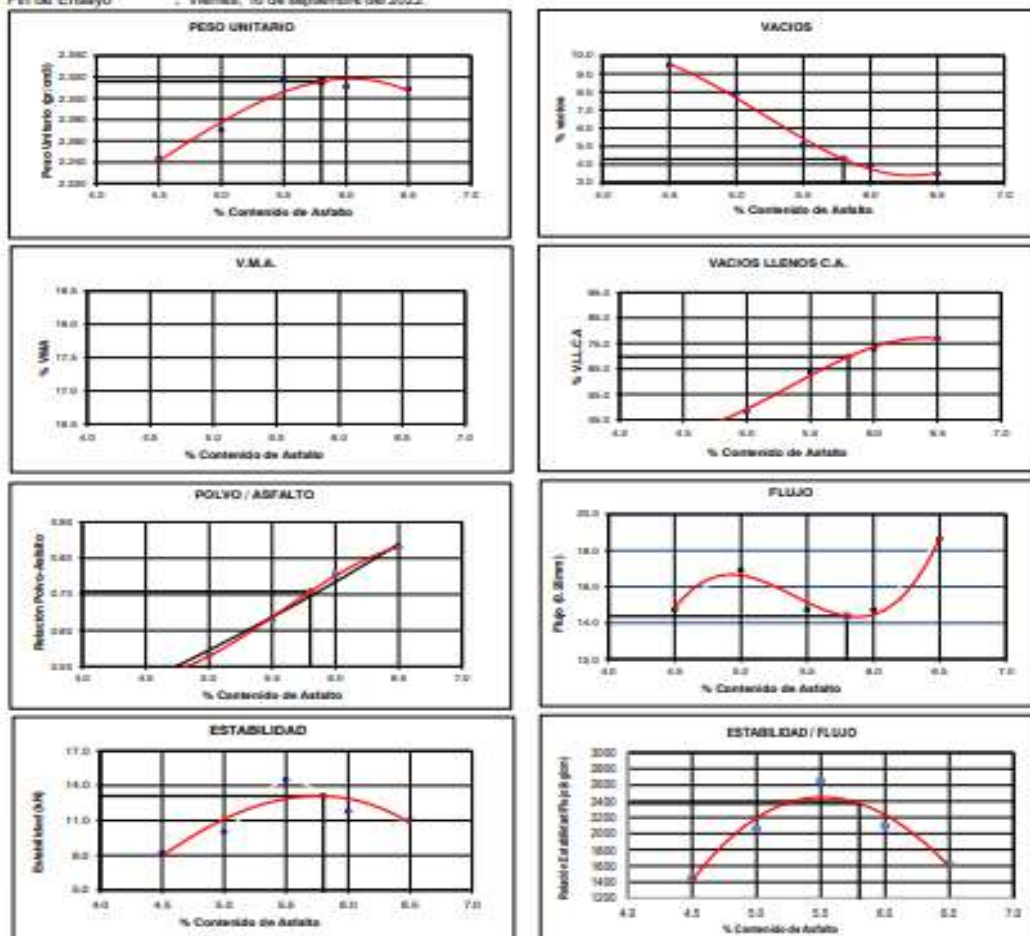


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 244904

Anexo N° 23. Certificado resultados y tablas ensayo Marshall mezcla asfáltica con 3% PET

INFORME

Solicitud de Ensayo : 0308A-22/ LEMS W&C
 Solicitante : SALÓN FIORENTINI BRIAN LEONARDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS REICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 03 de agosto del 2022.
 Fin de Ensayo : Viernes, 16 de septiembre del 2022.



CARACTERÍSTICAS MARSHALL

INDICADOR	VALOR	TRANSITO MEDIO
% C.A.	6.88	
F. UNITARIO	2.32	
VACIOS	4.3	3 - 5
V.L.C.A.	14.3	14.2
V. L.L.C.A.	69.3	
REL. POLVO-ASFALTO	0.71	0.8 - 1.0
FLUJO	14.4	5-10
ESTABILIDAD	13.12	5-64kN
ESTABILIDAD/FLUJO	2371.8	1700 - 4000

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

LEMS W&C E.I.R.L.
 WILSON OLAYAAGUILAR
 TEL: 0519816164300011 / 9816164300011

Miguel Ángel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246934

Anexo N° 25. Certificado ensayo Rice mezcla asfáltica con 3.5% PET



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
 Pimentel - Lambayeque
 R.L.U.C. 20485761334
 Email: lemswycer@gmail.com

INFORME

Solicitud de Ensayo : **0308A-22/ LEMS W&C**
 Solicitante : BAILON FIORENTINI BRIAN LEONARDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO".
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 #jREFI : #jREFI
 Inicio de Ensayo : Sábado, 17 de septiembre del 2022.
 Fin de Ensayo : Lunes, 19 de septiembre del 2022.

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

MUESTRA N°	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	652.0	652.0	652.0	652.0	652.0
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2910.0	2910.0	2910.0	2910.0	2910.0
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	2293.0	2298.0	2293.0	2285.0	2299.0
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3788.0	3797.0	3788.0	3782.0	3776.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1495.0	1499.0	1495.0	1497.0	1477.0
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	617.0	612.0	617.0	625.0	611.0
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.423	2.449	2.423	2.395	2.417
CONTENIDO % C.A.	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ESPECIALISTA EN MATERIALES Y MUESTRAS

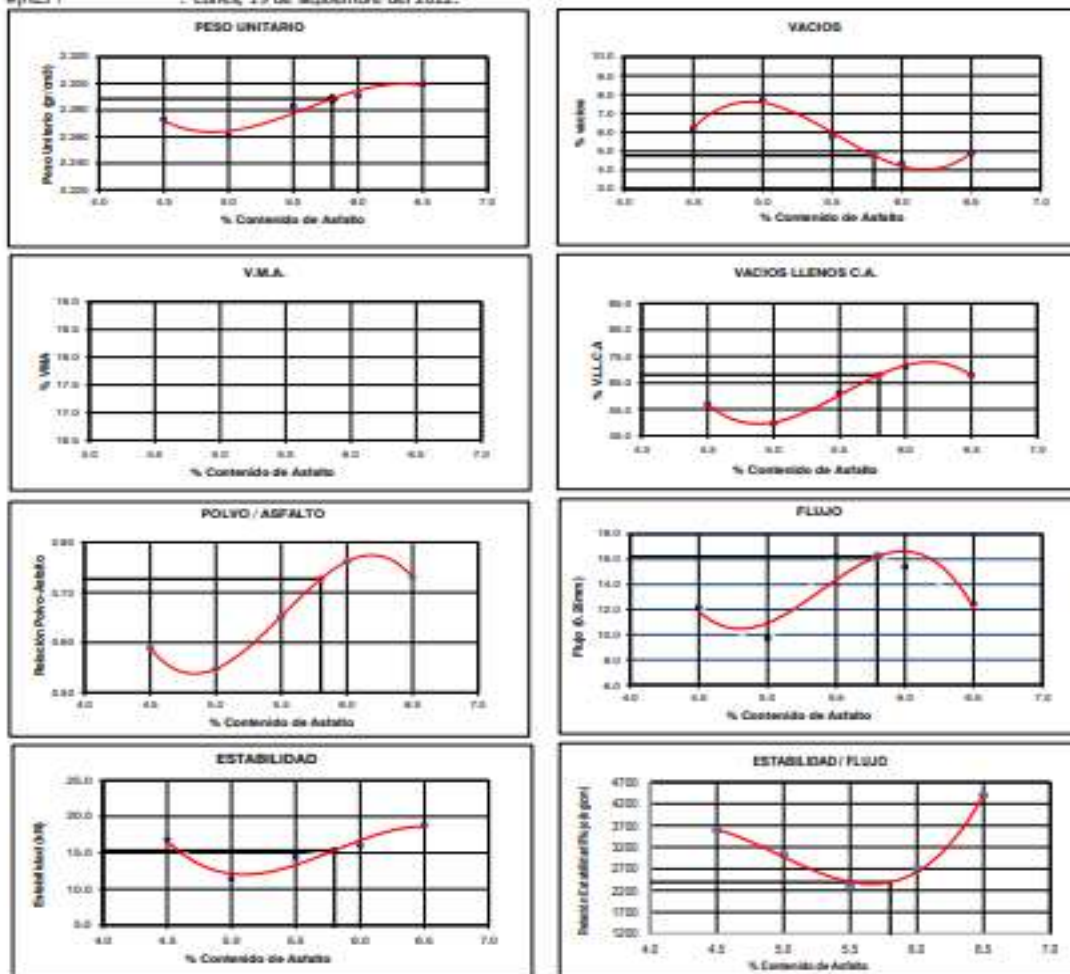


Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Anexo N° 26. Certificado resultados y tablas mezcla asfáltica con 3.5% PET

INFORME

Solicitud de Ensayo : 0308A-22/ LEMS W&C
 Solicitante : BAILÓN FIORENTINI BRIAN LEONARDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO".
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 #jREFI : #jREFI
 #jREFI : Lunes, 19 de septiembre del 2022.



CARACTERÍSTICAS MARSHALL

	50	TRANSITO MEDIO
S.C.A.	5.88	
P. UNITARIO	2.29	5 - 8
VACIOS	4.8	14.2
V.M.A.	14.3	
V. L.L.C.A.	68.8	88 - 13
RELACION POLVO-ASFALTO	0.73	5-10
FLUJO	16.2	5-4xN
ESTABILIDAD	15.34	
ESTABILIDAD / FLUJO	2392.4	1700 - 4000

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

LEMS W&C EIRL
 WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E. DIGNO DE INGENIERO Y TUDOR

Miguel Angel Ruiz Peraino
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 344904

Anexo N° 27. . Certificado ensayo Marshall mezcla asfáltica con 4% PET



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswycer@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 0308A-22/ LEMS W&C
Solicitante : BAILON FIORENTINI BRIAN LEONARDO
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO".
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 03 de agosto del 2022. 100.00
Fin de Ensayo : Miércoles, 21 de septiembre del 2022.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

AGREGADOS	Piedra	Pet	Arena	Filler	Tamices ASTM															
					% pasa Material			1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 8	No 10	No 40	No 50	No 80	No 100	No 200	
%	45.2	4.0	54.3	0.5	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
BRIQUETA N°					1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	% C.A. en masa de la Mezcla	4.50						5.00						5.50			6.00			6.50
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla	41.36						41.13						40.91			40.68			40.45
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla	49.68						49.41						49.14			48.87			48.60
4	% de botellas de plástico triturado (PET)	4.00						4.00						4.00			4.00			4.00
5	% Cemento Portland en masa de la Mezcla	0.46						0.46						0.45			0.45			0.45
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc	1.018						1.018						1.018			1.018			1.018
7	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc	2.668						2.668						2.668			2.668			2.668
8	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc	2.571						2.571						2.571			2.571			2.571
9	peso especifico del PET	1.389						1.389						1.389			1.389			1.389
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc	3.15						3.15						3.15			3.15			3.15
11	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc																			
12	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc																			
13	Altura promedio de la briqueta (cm)	6.88	6.76	6.68	6.50	6.71	6.61	6.72	6.84	6.68	6.75	6.64	7.39	6.60	6.53	6.58				
14	Masa de la briqueta al aire (gr)	1194.80	1184.90	1198.30	1184.30	1194.00	1173.00	1162.10	1191.60	1199.40	1185.80	1181.10	1176.80	1191.40	1199.00	1188.30				
15	Masa de la briqueta al agua por 60'(gr)	1198.40	1188.20	1201.80	1187.60	1197.80	1177.00	1164.90	1196.30	1203.00	1189.50	1185.80	1180.60	1195.40	1202.20	1192.00				
16	Masa de la briqueta desplazada (gr)	675.00	654.10	670.10	664.30	672.10	658.50	656.50	669.10	673.80	670.30	670.90	658.50	674.60	675.40	671.10				
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)	523.40	534.10	531.70	523.30	525.70	518.50	508.40	527.20	529.20	519.20	514.90	522.10	520.80	526.80	520.90				
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta	2.283	2.238	2.254	2.263	2.271	2.262	2.286	2.260	2.266	2.284	2.294	2.254	2.288	2.276	2.281				
19	Peso Especifico Maximo - Ríce (ASTM D 2041)		2.422			2.421		2.271	2.400		2.277	2.391		2.282	2.374					
20	% de Vacíos (ASTM D 3203)	5.7	8.4	6.9	6.5	6.2	6.5	4.8	5.8	5.6	4.5	4.1	5.7	3.6	4.1	3.9				
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total	2.523	7.020			2.523	6.409		2.522	5.395			2.522	4.748						
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total		2.590			2.610			2.606				2.616							
23	Asfalto Absorbido por el Agregado		1.04			1.35			1.30				1.46							
24	% de Asfalto Efectivo		3.50			3.72			4.27				4.63							
25	Relación Polvo/Asfalto		0.6			0.6			0.7				0.7							
26	V.M.A.	13.6	16.0	14.7	14.8	14.5	14.8	14.4	15.3	15.1	14.9	14.5	16.0	15.2	15.6	15.4				
27	% Vacíos llenos con C.A.	57.8	47.7	52.8	55.9	57.3	55.8	66.8	61.9	63.0	69.9	72.0	64.2	76.1	73.6	74.7				
28	Flujo 0,01"(0,25 mm)	15.4	20.9	23.1	18.5	29.7	27.5	17.2	23.1	20.6	18.7	17.6	15.1	17.6	22.0	22.0				
29	Estabilidad sin corregir (Kg)	1522.7	2285.4	1537.4	2995.7	1742.3	1069.1	2628.5	821.8	2114.6	1188.6	1220.5	2419.4	779.0	2767.4	1028.0				
30	Factor de estabilidad	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	1.00	1.04	0.96	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00				
31	Estabilidad Corregida	1461.79	2174.78	1475.90	2875.87	1672.61	1069.10	2733.64	788.93	2030.02	1188.60	1220.50	2419.40	779.00	2656.70	1028.00				
32	Estabilidad / Flujo	2411	2643	1623	3948	1430	987	4037	867	2503	1614	1761	4070	1124	3067	1187				

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante



Anexo N° 28. Certificado ensayo Rice mezcla asfáltica con 4% PET



Certificado INDECOP N°0013704 RNP Servicio 9350526

Prolongación Bolagrosi Km. 3.5

Pimentel - Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswycer@gmail.com

INFORME

Solicitud de Ensayo : **0308A-22/ LEMS W&C**
 Solicitante : BAILON FIORENTINI BRIAN LEONARDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO".
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 03 de agosto del 2022.
 Inicio de Ensayo : Lunes, 19 de septiembre del 2022.
 Fin de Ensayo : Miércoles, 21 de septiembre del 2022.

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

MUESTRA N°	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	652.0	652.0	652.0	652.0	652.0
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2910.0	2910.0	2910.0	2910.0	2910.0
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	2291.0	2292.0	2288.0	2283.0	2281.0
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3790.0	3788.0	3781.0	3782.0	3774.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1499.0	1496.0	1493.0	1499.0	1493.0
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	619.0	618.0	622.0	627.0	629.0
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.422	2.421	2.400	2.391	2.374
CONTENIDO % C.A.	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,


LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TEC. ESPECIALISTA DE MATERIALES Y SUELOS


 **Miguel Angel Ruiz Perales**
 INGENIERO CIVIL
 CSP. 246904

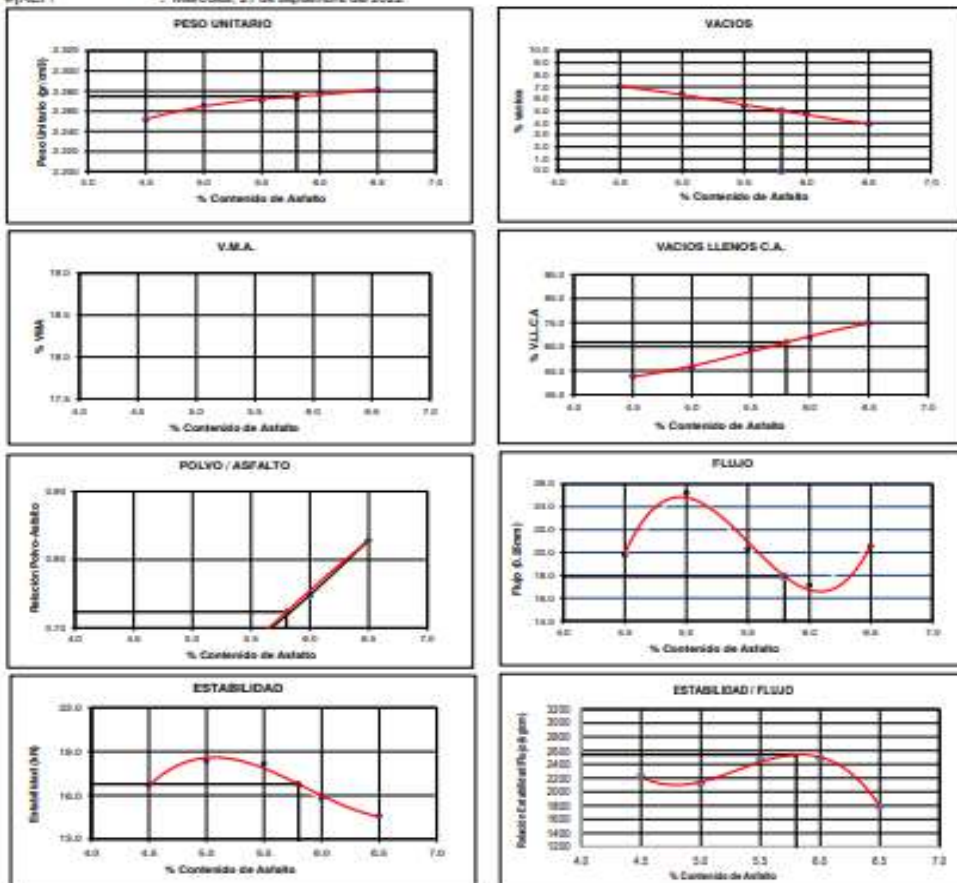
Anexo N° 29. Certificado resultados y tablas mezcla asfáltica con 4% PET



Prolongación Sobrequí Km. 3.5
 Promont - Lambayeque
 R.U.C. 20480781134
 Email: lemswac@igmail.com

INFORME

Solicitud de Ensayo : 0308A-22/ LEMS W&C
 Solicitante : BAILÓN FIORENTINI BRIAN LEONARDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO".
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 03 de agosto del 2022.
 #REF1 : Miércoles, 21 de septiembre del 2022.



CARACTERÍSTICAS MARSHALL		
SOLERA	59	TRÁNSITO MEDIO
% C.A.	5.99	
P. UNITARIO	2.27	
VACIOS	5.0	4-9
V.M.A.	15.9	14.0
V.L.L.C.A.	66.8	
POLVO/ASFALTO	0.72	0.75-1.0
FLUJO	17.9	9-15
ESTABILIDAD	16.77	5-6kN
ESTABILIDAD/FLUJO	2539.4	1750-2000

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

LEMS W&C EIRL
 WILSON OLAYA AGUILAR
 ITC EXPERTO EN ASFALTOS Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246804

Anexo N° 30. Certificado ensayo Marshall mezcla asfáltica con 4.5% PET



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswycerl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 0308A-22/ LEMS W&C
Solicitante : BAILON FIORENTINI BRIAN LEONARDO
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO".
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Miércoles, 03 de agosto del 2022. 100.00
Fin de Ensayo : Viernes, 23 de septiembre del 2022.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

AGREGADOS	Piedra	Pet	Arena	Filler	Tamices ASTM													
					% pasa Material													
%	45.2	4.5	54.3	0.5	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 8	No 10	No 40	No 50	No 80	No 100	No 200		
					100	100	93.5	84.9	66.3	53.4	48	19.4	16.7	12.4	9.2	6.2		
BRIQUETA N°					1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	% C.A. en masa de la Mezcla	4.50				5.00			5.50			6.00				6.50		
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla	41.13				40.91			40.68			40.45				40.23		
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla	49.41				49.14			48.87			48.60				48.33		
4	% de botellas de plástico triturado (PET)	4.50				4.50			4.50			4.50				4.50		
5	% Cemento portland en masa de la Mezcla	0.46				0.45			0.45			0.45				0.45		
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc	1.018				1.018			1.018			1.018				1.018		
7	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc	2.668				2.668			2.668			2.668				2.668		
8	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc	2.571				2.571			2.571			2.571				2.571		
9	peso especifico del PET	1.389																
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc	3.15				3.15			3.15			3.15				3.15		
11	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc																	
12	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc																	
13	Altura promedio de la briqueta (cm)	6.99	6.88	6.78	6.79	6.88	6.90	6.71	6.88	7.00	7.15	6.81	6.84	6.69	6.51	6.74		
14	Masa de la briqueta al aire (gr)	1186.10	1183.80	1190.40	1185.70	1185.10	1184.90	1194.50	1183.80	1195.00	1194.20	1195.20	1186.80	1188.00	1189.00	1188.60		
15	Masa de la briqueta al agua por 60° (gr)	1190.50	1187.70	1193.80	1189.70	1188.40	1188.40	1197.10	1187.30	1199.00	1198.40	1199.10	1190.70	1192.10	1192.40	1192.20		
16	Masa de la briqueta desplazada (gr)	651.60	654.40	665.40	667.90	655.00	654.50	664.20	655.20	656.70	650.80	670.90	659.90	663.40	674.00	668.40		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc)	538.90	533.30	528.40	521.80	533.40	533.90	532.90	532.10	542.30	547.60	528.20	530.80	528.70	518.40	523.80		
18	Peso especifico Bulk de la Briqueta	2.201	2.220	2.253	2.272	2.222	2.219	2.242	2.225	2.204	2.181	2.263	2.236	2.247	2.294	2.269		
19	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)		2.396			2.381		2.223	2.372		2.226	2.353		2.270	2.329			
20	% de Vacios (ASTM D 3203)	8.1	7.4	6.0	4.6	6.7	6.8	5.5	6.2	7.1	7.3	3.8	5.0	3.5	1.5	2.6		
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total		2.512			2.511			2.511			2.510			2.510			
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total		2.599			2.562			2.571			2.568			2.558			
23	Asfalto Absorbido por el Agregado		0.75			0.80			0.95			0.91			0.76			
24	% de Asfalto Efectivo		3.78			4.24			4.60			5.15			5.79			
25	Relación Polvo/Asfalto		0.6			0.7			0.7			0.8			0.9			
26	V.M.A.	16.3	15.6	14.3	14.0	16.0	16.0	15.6	16.3	17.1	18.3	15.3	16.3	16.3	14.5	15.5		
27	% Vacios llenos con C.A.	50.1	52.8	58.3	67.4	58.0	57.6	64.8	61.8	58.4	60.1	74.9	69.5	78.5	89.7	83.5		
28	Flujo 0,01*(0,25 mm)	20.0	14.7	25.2	16.8	18.9	15.8	23.1	16.8	9.5	15.8	21.0	23.1	21.0	18.9	15.8		
29	Estabilidad sin corregir (Kg)	1963.1	2056.2	1888.9	1728.5	3018.8	3121.1	2052.8	2311.5	1633.0	2254.0	1795.2	1688.8	1349.0	1610.0	1552.5		
30	Factor de estabilidad	0.93	0.96	0.96	1.00	0.96	0.96	0.96	0.96	0.93	0.89	0.96	0.96	0.96	1.00	0.96		
31	Estabilidad Corregida	1825.68	1973.95	1813.34	1728.50	2898.05	2996.26	1970.69	2219.04	1518.69	2006.06	1723.39	1621.25	1295.04	1610.00	1490.40		
32	Estabilidad / Flujo	2319	3411	1828	2613	3895	4817	2167	3355	4060	3225	2084	1783	1566	2164	2396		

OBSERVACIONES :
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENsayos de MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo N° 31. Certificado ensayo Rice mezcla asfáltica con 4.5% PET



Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel - Lambayeque

R.U.C. 20480781534

Email: lemswycat@gmail.com

INFORME

Solicitud de Ensayo : **0308A-22/ LEMS W&C**
 Solicitante : BAILON FIORENTINI BRIAN LEONARDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO".
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 03 de agosto del 2022.
 Inicio de Ensayo : Jueves, 22 de septiembre del 2022.
 Fin de Ensayo : Viernes, 23 de septiembre del 2022.

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

MUESTRA N°	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	652.0	652.0	652.0	652.0	652.0
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2910.0	2910.0	2910.0	2910.0	2910.0
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	2284.0	2283.0	2281.0	2275.0	2268.0
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3784.0	3776.0	3773.0	3769.0	3763.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1500.0	1493.0	1492.0	1494.0	1495.0
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	626.0	627.0	629.0	635.0	642.0
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.396	2.381	2.372	2.363	2.329
CONTENIDO % C.A.	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50

OBSERVACIONES :

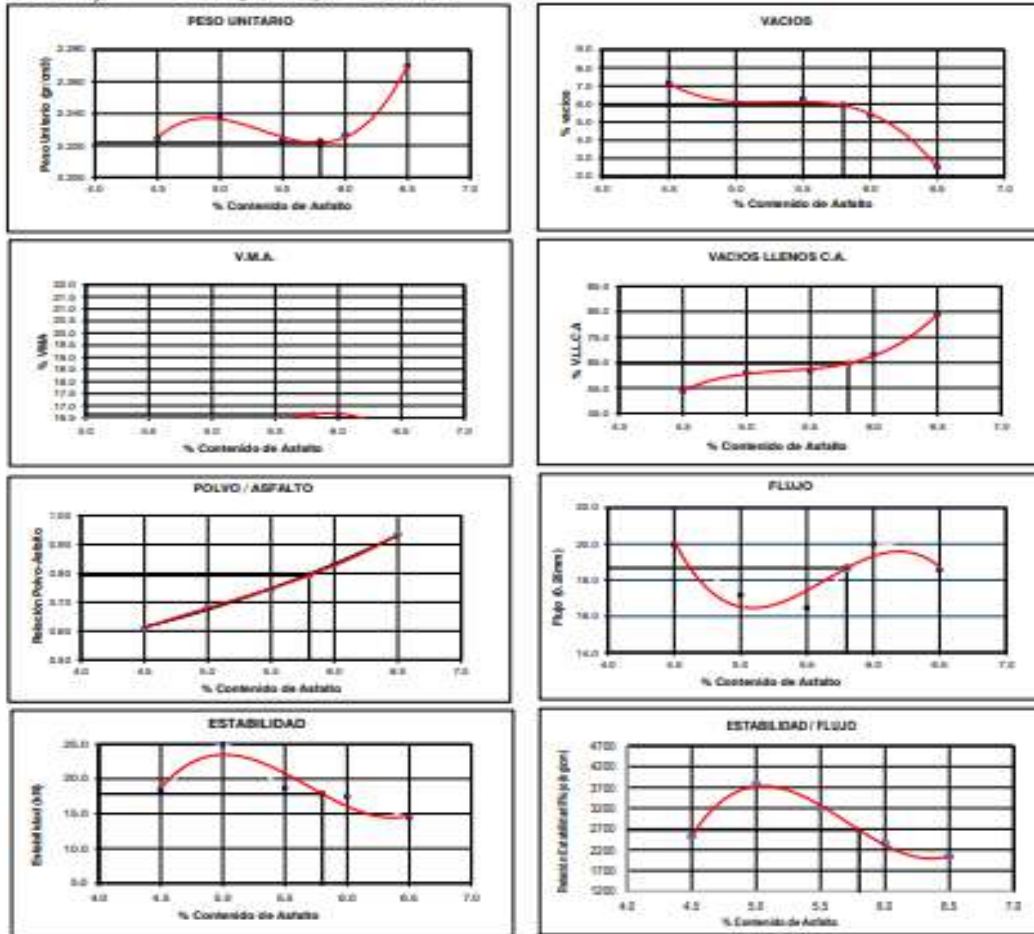
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



Anexo N° 32. Certificado resultados y tablas ensayo Marshall mezcla asfáltica con 4.5% PET

INFORME

Solicitud de Ensayo : 0308A-22/ LEMS W&C
 Solicitante : BALÓN FIORENTINI BRIAN LEONARDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS REICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO".
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 03 de agosto del 2022.
 Fin de Ensayo : Viernes, 23 de septiembre del 2022.



CARACTERÍSTICAS MARSHALL

INDICADOR	VALOR	TRANSITO MEDIO
S.C.A.	5.38	
P. UNITARIO	2.23	
VACIOS	5.9	5-9
V.M.A.	16.6	14.0
V.L.C.A.	64.7	
REL. POLVO/ASFALTO	0.79	0.6-1.3
FLUJO	18.7	5-15
ESTABILIDAD	17.30	5-40MPa
ESTABILIDAD/FLUJO	2672.4	1700-4000

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
 WILSON OLAYA AGUILAR
 T.C. DISEÑO DE INFRAESTRUCTURAS

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 244504

Anexo N° 33. Certificado ensayo Marshall mezcla asfáltica con 5% PET



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswycer1@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **0308A-22/ LEMS W&C**
Solicitante : BAILON FIORENTINI BRIAN LEONARDO
Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO".
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de Apertura : Martes, 13 de septiembre del 2022. 100.00
Fin de Ensayo : Domingo, 25 de septiembre del 2022.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

AGREGADOS	Piedra	Pet	Arena	Filler	Tamices ASTM			1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 8	No 10	No 40	No 50	No 80	No 100	No 200
					%	%	%	100	100	93.5	84.9	66.3	53.4	48	19.4	16.7	12.4	9.2	6.2
%	45.2	5.0	54.3	0.5															
BRIQUETA N°					1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	% C.A. en masa de la Mezcla				4.50				5.00			5.50			6.00				6.50
2	% Grava > N°4 en masa de la Mezcla				40.91				40.68			40.45			40.23				40.00
3	% Arena < N°4 en masa de la Mezcla				49.14				48.87			48.60			48.33				48.06
4	% de botellas de plástico triturado (PET)				5.00				5.00			5.00			5.00				5.00
5	% Cemento Portland en masa de la Mezcla				0.45				0.45			0.45			0.45				0.44
6	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc				1.018				1.018			1.018			1.018				1.018
7	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc				2.668				2.668			2.668			2.668				2.668
8	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc				2.571				2.571			2.571			2.571				2.571
9	peso especifico del PET				1.389				1.389			1.389			1.389				1.389
10	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc				3.15				3.15			3.15			3.15				3.15
11	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc																		
12	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc																		
13	Altura promedio de la briqueeta (cm)				6.89	8.78	6.78	6.80	6.69	6.87	6.70	6.72	6.94	7.01	6.82	6.83	6.59	6.49	6.56
14	Masa de la briqueeta al aire (gr)				1185.10	1184.50	1191.40	1187.70	1185.10	1183.90	1192.30	1179.80	1194.00	1193.12	1193.20	1184.50	1190.00	1188.00	1190.00
15	Masa de la briqueeta al agua por 60 '(gr)				1191.50	1188.30	1194.50	1191.50	1190.20	1190.40	1196.30	1189.10	1199.00	1197.30	1198.20	1190.50	1193.20	1193.50	1193.10
16	Masa de la briqueeta desplazada (gr)				652.50	652.30	663.30	668.70	655.20	655.50	663.40	656.30	655.50	650.50	671.10	659.90	662.90	673.60	666.30
17	Volumen de la briqueeta por desplazamiento (cc)				539.00	536.00	531.20	522.80	535.00	534.90	532.90	532.80	543.50	546.80	527.10	530.60	530.30	519.90	526.80
18	Peso especifico Bulk de la Briqueeta				2.199	2.210	2.243	2.272	2.215	2.213	2.237	2.214	2.197	2.182	2.264	2.232	2.244	2.285	2.259
19	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)				2.400			2.387			2.216	2.385		2.226	2.375		2.263	2.349	
20	% de Vacios (ASTM D 3203)				8.4	7.9	6.5	4.8	7.2	7.3	6.2	7.2	7.9	8.1	4.7	6.0	4.5	2.7	3.8
21	Peso Especifico Bulk Agregado Total				2.501			2.500			2.500			2.499			2.498		
22	Peso Especifico Efectivo Agregado total				2.564			2.568			2.587			2.596			2.594		
23	Asfalto Absorbido por el Agregado				1.00			1.08			1.38			1.52			1.35		
24	% de Asfalto Efectivo				3.55			3.97			4.20			4.57			5.24		
25	Relación Polvo/Asfalto				0.6			0.6			0.7			0.7			0.8		
26	V.M.A.				16.0	15.6	14.3	13.7	15.8	15.9	15.4	16.3	16.9	17.9	14.8	16.0	16.0	14.5	15.5
27	% Vacios llenos con C.A.				47.8	49.3	54.4	64.8	54.6	54.3	59.8	56.1	53.4	54.6	68.4	62.5	72.1	81.2	75.2
28	Flujo 0,01"(0,25 mm)				19.6	14.7	24.5	16.7	18.6	14.7	24.5	16.7	9.8	17.6	21.6	24.5	21.6	19.6	14.7
29	Estabilidad sin corregir (Kg)				2312.8	1994.2	2147.6	2373.0	2961.2	2100.4	2183.0	1780.6	1515.1	2065.0	1662.6	2244.4	1413.6	1416.0	1357.0
30	Factor de estabilidad				0.93	0.93	0.96	1.00	0.96	0.96	0.96	0.96	0.93	0.93	0.96	0.96	0.96	1.00	0.96
31	Estabilidad Corregida				2150.90	1854.61	2061.70	2373.00	2833.15	2016.38	2095.68	1709.38	1409.04	1920.45	1596.10	2154.62	1357.06	1416.00	1302.72
32	Estabilidad / Flujo				2787	3205	2137	3609	3869	3484	2173	2600	3652	2772	1877	2234	1596	1835	2251

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
TEC. ESPECIALIZADO EN MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Anexo N° 34. Certificado ensayo Rice mezcla asfáltica con 5% PET



Certificado INDECOP N°00137704 RNP Servicio 5383028

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimental - Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyc@icmail.com

INFORME

Solicitud de Ensayo : **0308A-22/ LEMS W&C**
 Solicitante : BAILÓN FIORENTINI BRIAN LEONARDO
 Proyecto / Obra : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO".
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : Miércoles, 03 de agosto del 2022.
 Inicio de Ensayo : sábado, 24 de septiembre del 2022.
 Fin de Ensayo : Domingo, 25 de septiembre del 2022.

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

MUESTRA N°	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	652.0	652.0	652.0	652.0	652.0
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	2910.0	2910.0	2910.0	2910.0	2910.0
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	2287.0	2284.0	2284.0	2281.0	2274.0
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3782.0	3778.0	3777.0	3775.0	3768.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1495.0	1494.0	1493.0	1494.0	1494.0
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	623.0	626.0	626.0	629.0	636.0
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.400	2.387	2.385	2.375	2.349
CONTENIDO % C.A.	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50

OBSERVACIONES :

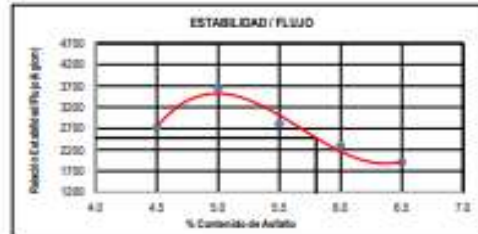
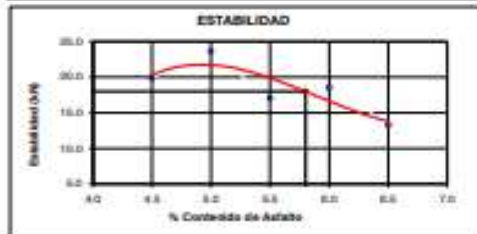
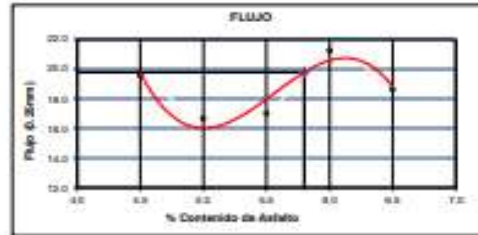
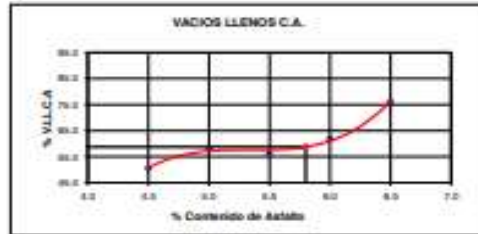
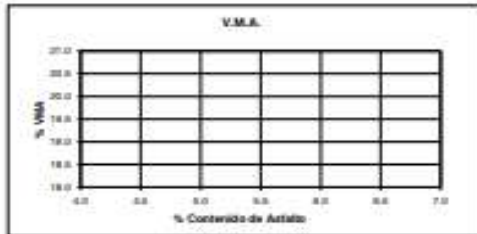
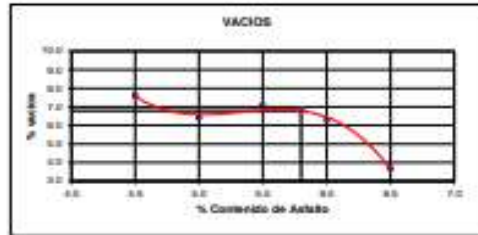
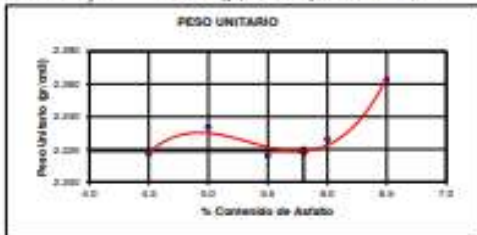
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



Anexo N° 35. Certificado resultados y tablas mezcla asfáltica con 5% PET

INFORME

Solicitud de Ensayo : **0308A-22/ LEMS W&C**
 Solicitante : **BAILÓN FIORENTINI BRIAN LEONARDO**
 Proyecto / Obra : **TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN LA UTILIZACIÓN DE PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA MEZCLA DE ASFALTO"**
 Ubicación : **Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.**
 Fecha de Apertura : **Miércoles, 03 de agosto del 2022.**
 Fin de Ensayo : **Domingo, 25 de septiembre del 2022.**



CARACTERÍSTICAS MARSHALL

INDICADOR	VALOR	TRANSITO MEDIO
% C.A.	5.82	
P. UNITARIO	2.22	
VACIOS	6.3	3-5
V.M.A.	16.4	14.0
V. L.L.C.A.	58.8	
POLVO/ASFALTO	0.71	0.6-1.0
FLUJO	19.8	8-16
ESTABILIDAD	17.99	0.4-0.9
ESTABILIDAD/FLUJO	2479.2	1700-4000

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LEMS W&C E.I.R.L.
WILSON CLAYA AGUILAR
 ITC SUPLENTE DE INGENIERO CIVIL

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246804