

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando
RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino**

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

AUTOR

Jhon Klisman Guevara Vargas

ASESOR

Manuel Alejandro Borja Suarez

<https://orcid.org/0000-0002-6532-4976>

Chiclayo, 2025

**Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas
incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio
como agregado fino**

PRESENTADA POR

Jhon Klisman Guevara Vargas

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Carlos Enrique Cumpa Vieyra
PRESIDENTE

Gian Franco Pérez Garavito
SECRETARIO

Manuel Alejandro Borja Suarez
VOCAL

Dedicatoria

Dedicada a todas las personas que, a través de su disciplina y apoyo, me enseñaron la perseverancia y la resiliencia frente a las adversidades, sirviendo como guías en cada paso. A mi padre y madre, por ser mis tesoros incondicionales, por sus sabios consejos y por velar siempre por mi bienestar. A mis hermanos, por su constante apoyo en mi carrera y ser mi motivo de salir adelante.

Agradecimientos

Expreso mi profundo agradecimiento a mi asesor Manuel Alejandro Borja Suarez, por su constante dedicación y orientación, cuya vasta experiencia y conocimiento fueron invaluable para el desarrollo de mi investigación. Su apoyo incondicional y su tiempo invertido en guiarme día a día fueron esenciales para la ejecución de los ensayos y de los objetivos establecidos para esta investigación.

Asimismo, agradezco a mi familia por su apoyo perenne. Siempre han estado a mi lado, preocupándose por mi bienestar y desarrollo profesional. Su constante aliento ha sido una fuente invaluable de motivación durante todo este proceso.

Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%	16%	3%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	qdoc.tips Fuente de Internet	<1%
6	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	<1%
8	assets.zyrosite.com Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	16
Abstract	17
Introducción	18
Revisión de literatura	21
Materiales y métodos	36
Resultados y discusión	70
Conclusiones	135
Recomendaciones.....	136
Referencias	137
Anexos.....	140

Lista de Tablas

Tabla I Especificaciones para agregado grueso	30
Tabla II Especificaciones para agregado fino	30
Tabla III Peso mínimo de la Muestra	31
Tabla IV Tamaños de la muestra – Abrasión e Impacto mediante la Máquina los Ángeles ...	32
Tabla V Tamaño nominal y peso mínimo de muestra	33
Tabla VI Gradación en la granulometría	34
Tabla VII Vacíos mínimos del Agregado Mineral	34
Tabla VIII Gradación en la granulometría MAC	35
Tabla IX Cantidad de briquetas a elaborar con porcentaje de vidrio molido y ACR	37
Tabla X Operacionalización de variables.....	38
Tabla XI Ensayos Agregado Grueso	46
Tabla XII Ensayos Agregado Fino	46
Tabla XIII Ensayos Vidrio	46
Tabla XIV Ensayos ACR.	47
Tabla XV Composición química del vidrio común	70
Tabla XVI Pesos específicos y absorción de A.G.....	71
Tabla XVII Ensayo de Abrasión máquina los ángeles para el agregado grueso.....	71
Tabla XVIII Partículas chatas y alargadas en agregado grueso	72
Tabla XIX Sales Solubles Totales en el agregado grueso.....	72
Tabla XX Durabilidad del agregado grueso.....	73
Tabla XXI Peso específico y absorción en el agregado Fino.....	74
Tabla XXII Equivalente de Arena del Agregado Fino.....	74
Tabla XXIII Índice de Plasticidad del Agregado Fino.....	75
Tabla XXIV Contenido de Sales A.F.....	75
Tabla XXV Durabilidad del A.F.	76
Tabla XXVI Absorción del Vidrio.....	77

Tabla XXVII	Equivalente de Arena de Vidrio.....	77
Tabla XXVIII	Equivalente de Arena de Vidrio	78
Tabla XXIX	Sales Solubles Totales de Vidrio.....	78
Tabla XXX	Durabilidad de Vidrio.....	79
Tabla XXXI	Absorción de ACR.....	80
Tabla XXXII	Abrasión máquina los ángeles de ACR.	80
Tabla XXXIII	Sales Solubles Totales de ACR.....	81
Tabla XXXIV	Durabilidad de ACR.....	81
Tabla XXXV	Combinación de Agregados para MAC convencional (TRÁFICO LIGERO). 82	
Tabla XXXVI	Diseño de MAC convencional con los agregados extraídos (TRÁFICO LIGERO).....	83
Tabla XXXVII	Resultados del diseño de mezcla patrón (TRÁFICO LIGERO).....	83
Tabla XXXVIII	Resultados de la granulometría combinada para el diseño con 5 % de Vidrio y 30% de ACR (TRÁFICO LIGERO)	84
Tabla XXXIX	Resultados de la granulometría combinada para el diseño con 10 % de Vidrio y 30% de ACR (TRÁFICO LIGERO)	85
Tabla XL	Resultados de la granulometría combinada para el diseño con 15 % de Vidrio y 30% de ACR (TRÁFICO LIGERO)	86
Tabla XLI	Diseño de mezcla para las mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO).....	87
Tabla XLII	Resultados de Estabilidad según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO)	87
Tabla XLIII	Resultados de Peso Unitario según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO)	88
Tabla XLIV	Resultados de % de vacíos según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO)	89
Tabla XLV	Resultados de flujo (0.01%) según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO)	89
Tabla XLVI	Resultados de vacíos del agregado mineral según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO)	90
Tabla XLVII	Resultados de % de vacíos llenos de CA según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO)	91

Tabla XLVIII Resultados de relación estabilidad flujo según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO)	91
Tabla XLIX Resumen de resultados obtenidos en los parámetros a evaluar de las mezclas modificadas TRÁFICO LIGERO.....	92
Tabla L Peso específico teórico máximo según el contenido de asfalto de las muestras patrones	92
Tabla LI % de desgaste a 25°C de mezclas asfálticas convencionales y mezclas experimentales conformadas por el contenido óptimo de agregados adicionados (10% de vidrio molido + 30% de ACR) – TRÁFICO LIGERO	93
Tabla LII % de desgaste a 60°C de mezclas asfálticas convencionales y mezclas experimentales conformadas por el contenido óptimo de agregados adicionados (10% de vidrio molido + 30% de ACR) – TRÁFICO LIGERO	94
Tabla LIII Ensayo de Lottman modificado de mezcla convencional (TRÁFICO LIGERO) .	95
Tabla LIV TRS de mezcla convencional (TRÁFICO LIGERO).....	95
Tabla LV Ensayo de Lottman modificado de mezcla experimental con el % óptimo de adición (TRÁFICO LIGERO).....	95
Tabla LVI TRS de mezcla experimental con el % óptimo de adición (TRÁFICO LIGERO)	96
Tabla LVII Combinación de Agregados para MAC convencional (TRÁFICO PESADO) ...	96
Tabla LVIII Diseño de MAC convencional con los agregados extraídos (TRÁFICO PESADO).....	97
Tabla LIX Resultados del diseño de mezcla patrón (TRÁFICO PESADO).....	97
Tabla LX Resultados de la granulometría combinada para el diseño con 5 % de Vidrio y 30% de ACR (TRÁFICO PESADO)	98
Tabla LXI Resultados de la granulometría combinada para el diseño con 10 % de Vidrio y 30% de ACR (TRÁFICO PESADO)	99
Tabla LXII Resultados de la granulometría combinada para el diseño con 15 % de Vidrio y 30% de ACR (TRÁFICO PESADO)	100
Tabla LXIII Diseño de mezcla para las mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO)	101
Tabla LXIV Resultados de Estabilidad según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO)	102
Tabla LXV Resultados de Peso Unitario según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO)	103
Tabla LXVI Resultados de % de vacíos según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO)	103

Tabla LXVII Resultados de flujo (0.01%) según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO)	104
Tabla LXVIII Resultados de vacíos del agregado mineral según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO)	104
Tabla LXIX Resultados de % de vacíos llenos de CA según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO)	105
Tabla LXX Resultados de relación estabilidad flujo según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO)	105
Tabla LXXI Resumen de resultados obtenidos en los parámetros a evaluar de las mezclas modificadas TRÁFICO PESADO	106
Tabla LXXII Pesos específicos teóricos máximos según el contenido de asfalto – TRÁFICO PESADO	106
Tabla LXXIII % de desgaste a 25°C de mezclas asfálticas convencionales y mezclas experimentales conformadas por el contenido óptimo de agregados adicionales (10% de vidrio molido + 30% de ACR) – TRÁFICO PESADO	107
Tabla LXXIV % de desgaste a 60°C de mezclas asfálticas convencionales y mezclas experimentales conformadas por el contenido óptimo de agregados adicionales (10% de vidrio molido + 30% de ACR) – TRÁFICO PESADO	108
Tabla LXXV Ensayo de Lottman modificado de mezcla convencional (TRÁFICO PESADO)	109
Tabla LXXVI TRS de mezcla convencional (TRÁFICO PESADO)	109
Tabla LXXVII Ensayo de Lottman modificado de mezcla experimental con el % óptimo de adición (TRÁFICO PESADO).....	109
Tabla LXXVIII TRS de mezcla experimental con el % óptimo de adición (TRÁFICO PESADO).....	109
Tabla LXXIX Deducción del costo de mano de obra. Fuente: Elaboración Propia	111
Tabla LXXX Costo por m ³ de la MAC convencional-Tráfico ligero	113
Tabla LXXXI Costo por m ³ de la MAC óptima-Tráfico ligero	116
Tabla LXXXII Relación costo beneficio de mezcla patrón y óptima-Tráfico ligero.....	117
Tabla LXXXIII Costo por m ³ de la MAC patrón-Tráfico pesado.....	120
Tabla LXXXIV Costo por m ³ de la MAC óptima-Tráfico pesad.....	123
Tabla LXXXV Relación costo beneficio de mezcla patrón y óptima-Tráfico pesado.....	123
Tabla LXXXVI Valoración en la Matriz de Leopold	126

Tabla LXXXVII Matriz de Leopold para muestra patrón.....	129
Tabla LXXXVIII Matriz de Leopold para muestra patrón adicionando ACR	130
Tabla LXXXIX Matriz de Leopold para muestra patrón adicionando vidrio triturado	130

Lista de Figuras

Figura 1 Vidrio triturado.	29
Figura 2 Residuos de concreto.	29
Figura 3: Ejemplo de las dimensiones.....	32
Figura 4 Diagrama de Flujo	39
Figura 5 Ubicación del Distrito San José.	40
Figura 6 Obtención de los residuos de vidrio.....	40
Figura 7 Lugar de obtención de los residuos de vidrio - Distrito San José.....	41
Figura 8 Trituración de los residuos de vidrio.	41
Figura 9 Tamizado de los residuos de vidrio.	41
Figura 10 Vidrio a utilizar en el diseño de MAC.....	42
Figura 11 Ubicación de la obtención de ACR.....	42
Figura 12 Lugar de obtención del ACR – Botadero San José – Chiclayo.	43
Figura 13 Obtención del ACR.....	43
Figura 14 Planta trituradora de agregados – José Leonardo Ortiz – Chiclayo.....	44
Figura 15 ACR triturado.	44
FIGURA 16 Ensayo Contenido de Humedad	47
FIGURA 17 Peso de los agregados fino y grueso para el ensayo de granulometría.....	48
FIGURA 18 Peso Específico y Absorción. A. Grueso	49
FIGURA 19 Ensayo Abrasión máquina de los ángeles del A. Grueso y ACR.....	49
FIGURA 20 Ensayo de abrasión máquina de los ángeles A. Grueso y ACR	50
FIGURA 21 Ensayo de Contenido de Sales del A. Grueso y ACR.	50
FIGURA 22 Ensayo de Durabilidad (sulfato de magnesio) del A. Grueso y ACR Fuente: Elaboración Propia.	51
FIGURA 23 Ensayo peso específico y absorción de A. Fino y Vidrio Triturado.....	51
FIGURA 24 Equivalente de Arena del A. Fino y Vidrio Triturado.....	52

FIGURA 25 Ensayo de Índice de Plasticidad. A. Fino y Vidrio Triturado.	52
FIGURA 26 Ensayo de Contenido de Sales del A. Fino y Vidrio Triturado.	53
FIGURA 27 Ensayo de Contenido de Sales. A. Fino y Vidrio Triturado.....	53
FIGURA 28 Gradación del MAC-2.....	54
FIGURA 29 Pesado del agregado fino y grueso para la mezcla – Tráfico Ligero	54
FIGURA 30 Incorporación de CA para la mezcla – Tráfico Ligero.....	55
FIGURA 31 Muestra sometida a alta temperatura – Tráfico Ligero	55
FIGURA 32 Mezcla en Caliente – Tráfico Ligero.....	55
FIGURA 33 Mezcla en el molde – Tráfico Ligero	56
FIGURA 34 Compactadora manual.....	56
FIGURA 35 Desencofrado de Briqueta – Tráfico Ligero.....	57
FIGURA 36 Briquetas de la Muestra Patrón – Tráfico Ligero.....	57
FIGURA 37 Pesado del agregado fino y grueso para la mezcla – Tráfico Pesado.....	58
FIGURA 38 Incorporación de CA para la mezcla – Tráfico Pesado	58
FIGURA 39 Muestra sometida a alta temperatura – Tráfico Pesado.....	59
FIGURA 40 Mezcla en Caliente – Tráfico Pesado.....	59
FIGURA 41 Mezcla en el molde – Tráfico Pesado	60
FIGURA 42 Compactadora manual.....	60
FIGURA 43 Desencofrado de Briqueta – Tráfico Pesado	60
FIGURA 44 Briquetas de la Muestra Patrón – Tráfico Pesado	61
FIGURA 45 Pesado del agregado fino y grueso más 5% de vidrio y 30% de ACR para la mezcla – Tráfico Ligero	61
FIGURA 46 Incorporación de CA para la mezcla – Trafico Ligero.....	61
FIGURA 47 Muestra sometida a alta temperatura – 5% de vidrio y 30% ACR – Trafico Ligero	62
FIGURA 48 Mezcla en Caliente – 5% de vidrio y 30% ACR – Trafico Ligero	62
FIGURA 49 Mezcla en el molde – 5% de vidrio y 30% ACR – Trafico Ligero.....	62
FIGURA 50 Desencofrado de Briqueta – 5% de vidrio y 30% ACR – Trafico Ligero.....	63

FIGURA 51 Briquetas – 5% de vidrio y 30% ACR – Trafico Ligero.....	63
FIGURA 52 Briquetas – 10% y 15% de vidrio y 30% ACR – Trafico Ligero.....	64
FIGURA 53 Pesado del agregado fino y grueso más 5% de vidrio y 30% de ACR para la mezcla – Tráfico Pesado	64
FIGURA 54 Muestra sometida a alta temperatura – 5% de vidrio y 30% ACR – Tráfico Pesado.....	65
FIGURA 55 Mezcla en Caliente – 5% de vidrio y 30% ACR – Tráfico Pesado.....	65
FIGURA 56 Mezcla en el molde – 5% de vidrio y 30% ACR – Tráfico Pesado	65
FIGURA 57 Desencofrado de Briqueta – 5% de vidrio y 30% ACR – Tráfico Pesado	66
FIGURA 58 Briquetas – 5% de vidrio y 30% ACR – Tráfico Pesado	66
FIGURA 59 Briquetas – 10% y 15% de vidrio y 30% ACR – Tráfico Pesado.....	67
FIGURA 60 Peso Específico de las briquetas convencionales y con adición	67
FIGURA 61 Ensayo de Estabilidad y Flujo de las briquetas.	68
FIGURA 62 Ensayo de la densidad Máxima Teórica.....	68
FIGURA 63 Ensayo Cántabro con los porcentajes óptimos	69
FIGURA 64 Ensayo Lottman Modificado con los porcentajes	70
FIGURA 65 Ratio (Costo/beneficio)-Tráfico Ligero.....	117
FIGURA 66 Ratio (Costo/beneficio)-Tráfico Pesado.....	124

Lista de Gráficas

Gráfica 1 Curva granulométrica de agregados para MAC convencional (TRÁFICO LIGERO)	82
Gráfica 2 Resultados de los parámetros ensayados con diferentes contenidos de asfalto (TRÁFICO LIGERO)	84
Gráfica 3 Curva granulométrica de agregados para MAC modificada con 5 % de Vidrio y 30% de ACR (TRÁFICO LIGERO)	84
Gráfica 4 Curva granulométrica de agregados para MAC modificada con 10 % de Vidrio y 30% de ACR (TRÁFICO LIGERO)	85
Gráfica 5 Curva granulométrica de agregados para MAC modificada con 10 % de Vidrio y 30% de ACR (TRÁFICO LIGERO)	86
Gráfica 6 Estabilidad VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO).....	87
Gráfica 7 Peso Unitario VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO).....	88
Gráfica 8 % de vacíos VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO).....	88
Gráfica 9 Flujo (0.01") VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO).....	89
Gráfica 10 % de vacíos del agregado mineral VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO)	90
Gráfica 11 % de vacíos llenos de CA VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO)	90
Gráfica 12 Relación estabilidad flujo VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO)	91
Gráfica 13 Comparación de desgaste entre mezcla patrón y mezcla experimental más óptima a 25°C TRÁFICO LIGERO	93
Gráfica 14 Comparación de desgaste entre mezcla patrón y mezcla experimental más óptima a 60°C TRÁFICO LIGERO	94
Gráfica 15 Curva granulométrica de agregados para MAC convencional (TRÁFICO PESADO).....	96
Gráfica 16 Resultados de los parámetros ensayados con diferentes contenidos de asfalto (TRÁFICO PESADO).....	98

Gráfica 17 Curva granulométrica de agregados para MAC modificada con 5 % de Vidrio y 30% de ACR (TRÁFICO PESADO)	99
Gráfica 18 Curva granulométrica de agregados para MAC modificada con 10 % de Vidrio y 30% de ACR (TRÁFICO PESADO)	100
Gráfica 19 Curva granulométrica de agregados para MAC modificada con 10 % de Vidrio y 30% de ACR (TRÁFICO PESADO)	101
Gráfica 20 Estabilidad VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO).....	102
Gráfica 21 Peso Unitario VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO).....	102
Gráfica 22 % de vacíos VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO).....	103
Gráfica 23 Flujo (0.01") VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO).....	103
Gráfica 24 % de vacíos del agregado mineral VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO)	104
<i>Gráfica 25 % de vacíos llenos de CA VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO).....</i>	<i>104</i>
Gráfica 26 Relación estabilidad flujo VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO).....	105
Gráfica 27 Comparación de desgaste entre mezcla patrón y mezcla experimental más óptima a 25°C TRÁFICO PESADO	107
Gráfica 28 Comparación de desgaste entre mezcla patrón y mezcla experimental más óptima a 60°C TRÁFICO PESADO	108

Resumen

El objetivo principal de esta investigación es analizar el impacto que tiene la incorporación de ACR y residuos de vidrio en las propiedades físicas y mecánicas de las MAC destinadas al tránsito ligero y pesado. Para ello, se llevará a cabo la caracterización de los agregados, tanto naturales (agregado grueso y agregado fino) como reciclados (ACR y residuos de vidrio reciclado), Para ello, se determinara el porcentaje optimo con el uso de las incorporaciones de acuerdo a su diseño de MAC, cuyos porcentajes son: Para los residuos de vidrio, se adicionara 5%, 10% y 15% como Agregado Fino, en cambio para el Agregado Grueso, solo se incorporara el 30% de ACR (ACR); así mismo, cabe mencionar que, con estas adiciones se elaboraran las briquetas respectivas de acuerdo a su diseño de mezcla, que las cuales serán sometida ensayos físico y mecánicos.

Los resultados obtenidos muestran que el 10% de vidrio triturado como agregado fino, es la cantidad adecuada para tráfico pesado, al ser incorporado en las MACs junto al 30% del ACR para los ensayos Marshall, Lottman y Cántabro.

Palabras clave: residuos de vidrio, mezclas asfálticas, agregado de concreto reciclado, incorporación

Abstract

The main objective of this research is to analyze the influence generated by the incorporation of recycled concrete aggregate and glass waste on the physical-mechanical properties of asphalt mixtures for light and heavy traffic, which will be taken into account when characterizing the aggregates, both natural (coarse aggregate and fine aggregate) and recycled (recycled concrete aggregate and recycled glass waste). To this end, the optimal percentage will be determined with the use of incorporations according to the asphalt mix design, whose percentages son: For glass waste, 5%, 10% and 15% will be added as Fine Aggregate, however for Coarse Aggregate, only 30% of Recycled Concrete Aggregate (RCA) will be added; Likewise, it is worth mentioning that, with these additions, the respective briquettes will be prepared according to their mixture design, which will be some physical and mechanical tests.

The results obtained show that 10% of crushed glass as fine aggregate is the optimal amount for heavy traffic when incorporated into asphalt concrete mixtures (ACMs) along with 30% recycled concrete aggregate (RCA) for the Marshall, Lottman, and Cantabro tests.

Keywords: glass waste, asphalt mixtures, recycled concrete aggregate, incorporation

Introducción

Existen diversos problemas ambientales en el mundo, generados por la contaminación diaria, en gran parte debido a la inadecuada gestión de residuos no reutilizados. Entre ellos destacan los Residuos de Construcción y Demolición (RCD), comúnmente acumulados en las periferias de las ciudades.

En el país vecino, Ecuador, se evidenció años atrás una notable disconformidad respecto al estado y mantenimiento de sus carreteras. No obstante, con el paso del tiempo, implementaron mejoras significativas, siendo posteriormente reconocidos en América Latina por la alta calidad de su infraestructura vial. Es importante destacar que aproximadamente el 75% de las vías en Ecuador están conformadas por pavimento flexible, compuesto por mezclas asfálticas con una proporción del 80% de agregado y 20% de asfalto. Además, se ha identificado la posibilidad de sustituir parcialmente los agregados convencionales por residuos reciclados, tales como plásticos, RCD, cerámicas y vidrio triturado, siempre y cuando se realicen estudios de viabilidad mediante métodos ecológicos [1].

Como se mencionó, Ecuador ha enfrentado desafíos en el ámbito vial, afectando gravemente al cambio climático. Las intensas lluvias generan acumulaciones de agua sobre la superficie vial, afectando la estructura del pavimento asfáltico. Para contrarrestar este problema, se ha implementado el uso de Mezclas Asfálticas Drenantes (MAD). En investigaciones recientes se utilizaron agregados provenientes de canteras adyacentes a la ciudad de Guayaquil, así como fibras metálicas y de vidrio, con el objetivo de evaluar sus propiedades y la influencia de estos materiales reciclables en la permeabilidad de la mezcla [2].

Asimismo, los RCD generan un impacto ambiental considerable. En Colombia, por ejemplo, se registraron en 2022 alrededor de 22.270.338 toneladas de estos residuos, de los cuales un 40% fueron dispuestos en lugares no autorizados. Esta alarmante situación ha despertado conciencia en ciertos sectores de la población, quienes reconocen que la problemática afecta no solo al ser humano, sino también al ecosistema. Por ello, se plantea utilizar Agregado de Concreto Reciclado (ACR) proveniente de los RCD, con el fin de analizar su desempeño al ser incorporado como agregado grueso en mezclas asfálticas [3].

Por otro lado, el vidrio también forma parte de los residuos contaminantes. Se estima que en el mundo se generan más de 8 millones de tn de residuos de vidrio al año. No obstante, este material posee un gran potencial de reutilización, particularmente en el sector construcción, donde puede incorporarse como componente principal en mezclas asfálticas [4].

En Lima, Perú, diversas vías presentan un deterioro prematuro, con una vida útil corta. Un caso representativo es la Av. Parinacochas, en La Victoria, donde la variabilidad del tipo de suelo evidencia que no todos reaccionan igual frente a las cargas vehiculares. Las fallas estructurales y asentamientos se atribuyen, en gran medida, a los cambios de humedad que alteran el comportamiento de los agregados y, por ende, del pavimento asfáltico. Para mitigar estos efectos, se han realizado estudios utilizando vidrio pulverizado y neumáticos reciclados, con el objetivo de analizar sus propiedades físicas y químicas dentro de mezclas asfálticas destinadas a optimizar el rendimiento del pavimento flexible [5].

En esta investigación, se desarrollarán ensayos experimentales utilizando residuos de vidrio en proporciones del 5%, 10% y 15% como agregado fino, en conjunto con la incorporación del 30% de ACR como agregado grueso. El propósito es determinar sus propiedades físico-mecánicas y compararlas con las de una mezcla asfáltica convencional (MAC), que no incluye residuos reciclados.

En el distrito de San José de acuerdo con (Guerrero Barreno, 2023) [48] la gestión inadecuada de residuos sólidos ha derivado en una problemática ambiental de gran magnitud, el estudio de caracterización de reporta la generación de 255,755 toneladas/año de residuos de construcción y demolición (RCD), con un peso específico promedio de 1.5 t/m³, lo que equivale a un volumen aproximado de 170,503 m³/año de escombros. Dentro de estos, se identifican materiales como concreto, ladrillo, cerámica y vidrio, este último representando cerca del 3 % del volumen total, es decir, más de 5,000 m³/año, la disposición incontrolada de estos residuos en botaderos informales y áreas no habilitadas ha impactado directamente en zonas residenciales y agrícolas estas últimas ocupan aproximadamente 120 hectáreas y sustentan al 9 % de la población, generando contaminación del suelo, proliferación de roedores e insectos, y riesgo de lesiones por cortes. Además, la distancia promedio de 1.5 km desde los puntos de generación hasta los botaderos improvisados incrementa la probabilidad de vertidos en la vía pública, exacerbando la degradación del paisaje y los costos de limpieza.

Para comprender mejor esta problemática, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿De qué manera influye la incorporación de residuos de vidrio y ACR, utilizados como áridos finos y gruesos respectivamente, en la producción de briquetas para pavimentos asfálticos destinados al tráfico ligero y pesado?

Además, la justificación de esta investigación se centra en los siguientes aspectos:

La presente tesis tiene una alta implicancia técnica, ya que se realizarán ensayos que evalúan las propiedades físicas y mecánicas de briquetas elaboradas tanto con mezclas asfálticas convencionales como con mezclas experimentales que incorporan residuos de vidrio molido y ACR. Estos materiales sustituirán parcialmente a los agregados finos y gruesos respectivamente, con el objetivo de analizar su viabilidad en la construcción de pavimentos asfálticos.

El uso de residuos reciclados en mezclas asfálticas puede contribuir a la mejora del estado de las vías con alto deterioro, beneficiando directamente a los conductores y a la movilidad urbana en general.

La sustitución parcial de agregados naturales por residuos reciclados como vidrio molido y ACR permitiría reducir la explotación de canteras, lo que se traduce en una disminución de costos en la elaboración de carpetas asfálticas, fomentando una economía más circular y sostenible.

Es importante recordar que, si bien los agregados naturales son esenciales para la construcción, su extracción indiscriminada tiene un impacto ambiental considerable. Por lo tanto, esta investigación propone una alternativa que promueva el uso responsable de los recursos, incorporando materiales reciclados en la elaboración de mezclas asfálticas. Así, no solo se reduce la contaminación causada por residuos como el vidrio y el concreto, sino que también se les otorga un valor agregado al integrarlos en procesos constructivos.

Se estableció como objetivo general: Analizar la influencia que genera la incorporación de agregado de concreto reciclado y residuos de vidrio en las propiedades físico mecánicas de las mezclas asfálticas. Del mismo modo, los objetivos específicos: clasificar el tipo de vidrio reciclado y caracterizar los ACR que se empleara en la presente investigación, Determinar las propiedades físico mecánicas del asfalto convencional y con la incorporación del 30% de agregado grueso de concreto reciclado y residuos de vidrio como agregado fino en porcentajes de 5%, 10% y 15%, comparar las propiedades de la muestra patrón y de las muestras incorporando agregado grueso reciclado y residuos de vidrio como agregado fino en los porcentajes mencionados, evaluar qué porcentaje de residuo de vidrio mezclado con el 30% de RCD es el más óptimo en las mezclas asfálticas, evaluar el análisis económico de las mezclas asfálticas patrón y con las adiciones de los materiales reciclables propuesto.

Revisión de literatura

Antecedentes

Antecedentes Internacionales

E. Vanegas y L. Segura [6], en su investigación realizaron un diseño de MAC adicionando vidrio templado molido (VTM), donde también hace enfoque a la comparación de dicha mezcla tanto convencional como con la modificada, conociendo así las ventajas al implementar VTM, por ende, se experimentaron ciertos ensayos con dosificaciones de 10%, 20% y 30% del material a utilizar, en este caso el agregado por el vidrio molido templado, con el fin de llegar así a la metodología planteada MARSHALL, llegando así a tener ciertos resultado, se puede decir que con la dosificación de 20% de la MAC modificada, se mostró mayor estabilidad, lo cual beneficia a una mayor resistencia en cuanto al transido de vehículos.

D. Acosta et. Al. [7], se lleva a cabo un estudio en el que los RCD juegan un papel principal, al ser implementados en el diseño de MAC mediante la sustitución parcial de agregados finos y gruesos. Para esta sustitución, se trabajará con dosificaciones del 30% y 60% de agregados reciclados. Tras analizar los resultados, se determina que la implementación de RCD en las MAC mejora su durabilidad, especialmente en lo que respecta al agregado grueso, en comparación con la MAC convencional. Además, esta actividad de reciclaje contribuye a mitigar el impacto ambiental negativo al reutilizar los residuos en nuevas aplicaciones

I. Pérez et. Al. [8], se realizaron ensayos con la adición de RCD para observar y determinar los comportamientos mecánicos de las mezclas asfálticas. De manera complementaria, también se realizaron ensayos con agregados naturales para comparar los resultados obtenidos con la adición de los RCD. Los ensayos incluyeron el método Marshall, índice de resistencia conservada, deformación permanente y ley de fatiga. Se concluyó que la MAC con una dosificación del 50% de RCD presenta una disminución ante la erosión del agua, aunque se considera viable su uso en mezclas asfálticas de bajo tránsito.

C. U. Espino González [9], Realiza en su investigación distintos diseños de mezclas asfálticas con diferentes porcentajes, como: 10%, 20% y 30% con la incorporación de

RCD mediante método Marshall, ya que se plantea disminuir la mitigación al medio ambiente que ocasionan a nivel internacional, en México, a su vez, busca mejorar el tema económico en el ámbito de la construcción, por otro lado, busca determinar cuál de todos los porcentajes de RCD adicionados a la mezcla es el más óptimo, es decir, el que tenga un mejor comportamiento. Llegando así a la conclusión de que al aumentar el porcentaje de 10%, 20% al 30%, se tendrá un ahorro económico; en lo que es la estabilización y flujo de acuerdo con el método Marshall todos los diseños cumplen con resultados óptimos, sin embargo, se puede decir que el 30% de adición de RCD es el que menor asfalto tiene a diferencia de los otros porcentajes, debido a que mayor sea su medida, aumenta el porcentaje de RCD en la mezcla, el peso por metro cúbico del árido disminuye debido a su baja densidad, lo que provoca una reducción en la cantidad de asfalto. Esto significa que no se están cumpliendo los requisitos de vacíos en el agregado mineral (VAM) ni los vacíos llenos de asfalto (VFA). Además, el % de asfalto se determina en función de la masa del agregado, lo que implica que el espacio ocupado por la masa del agregado es mayor, dejando menos espacio disponible para el asfalto y sus vacíos, según lo establecido por la normativa.

L. M. Lancheros Ovalle y R. Rubiano Murcia [10], Plantean un material estabilizante dentro de la incorporación de ACR a las MAC, esto debido a que los ACR, presentan ciertas ventajas como también desventajas, la parte negativa de estos ACR dentro de dichas mezclas, es que al ser de mayor volumen, y alta porosidad esta tiende a consumir mayor asfalto, lo que producirá disminución de resistencia, por lo que se evalúa la adición de un material estabilizante, como la cal hidratada, con el fin de cubrir los vacíos generados por la absorción del asfalto causada por la incorporación de ACR. Realizando análisis de su comportamiento estabilizado con el nuevo material (cal hidratada) en una MAC densa caliente.

Antecedentes Nacionales

J. K. Prada Muñoz [11], hace hincapié el problema que se originó en la ciudad de Cusco, en la Av. La Cultura, la cual, dicha Av., fue construida con pavimento flexible, luego de un periodo no mayor a 1 año, esta presentaba deterioro en varios tramos de la vía, fallas tipo ahuellamiento, que permitía la circulación de los vehículos con dificultades, llevando así a ciertos accidentes. Por ende, la investigación, aspira a una mejora en el pavimento, utilizando un material adicional como es el vidrio borosilicato,

en la cual se pretende disminuir el deterioro de la vía, utilizando dosificaciones de 4%, 5% y 6%, a través de ensayos de manera experimental a la MAC; posteriormente teniendo resultados óptimos, donde el flujo con la incorporación del vidrio es mayor a la de MAC convencional, llegando así a una estabilidad mejorada a la que nos tiene acostumbrado lo convencional.

J. Torres Martínez [12], realizó un estudio en la ciudad de Piura, cuyo distrito es 26 de octubre, tomando como objeto de estudio un tramo entre las AV. Sánchez Cerro y Av. Chulucanas, donde el pavimento asfáltico de este tramo, y de algunas más de esta ciudad, tienen ciertas imperfecciones en la superficie con el pasar del tiempo, sin embargo, al llegar el fenómeno natural denominado “fenómeno del niño”, el aumento de deformación en el pavimento aumento en gran porcentaje sin duda alguna, dada las circunstancias que se viven a diario, se busca la implementación de un material que muestre resultados mejorables, por ende se propone el reciclado de vidrio para su uso, ya que también con dicho material se puede decir que se tendrá menores costos. Para ello, se recolectaron vidrios de botellas de diferentes color y forma, las cuales se trabajaron con una dosificación de 5% y 10%, con el fin de someterlos a ciertos ensayos, así mismo, se pusieron a prueba el material de las 5 calicatas extraídas para así determinar sus características. Se llegó a la conclusión de que el material es arena-limo según su clasificación, y brindan mejoras en estabilidad y flujo.

Antecedentes Locales

D. A. Villegas Silva [13], nos da a conocer que uno de los causantes a la deformación y/o fallas de la superficie de pavimento de la urbanización el Ingeniero I, de la ciudad de Chiclayo, Perú, es debido al cambio climático, así como también la misma población con accionares no adecuados, llegando así a tener desperfecciones tanto estructurales como ciertas separaciones en la superficie de rodadura. Como consecuencia de este problema, surgió la investigación, que busca diseñar un pavimento asfáltico con la adición de geomallas de fibra de vidrio. Para ello, se realizaron estudios en 4 calicatas, evaluando tanto las propiedades granulométricas como el CBR de diseño, que resultaron en valores de 8.75% y 9.60%, indicando la presencia de humedad y material arcilloso en la zona.

B. B. Soberon Monja [14], recalca que existen varios problemas en el ámbito de la construcción, uno de ellos es la contaminación que produce durante la extracción de

materiales procedentes de las canteras, por ende, se pretende buscar recursos que se le adicionaran a los materiales usados en la construcción, donde se requiere llegar a determinar sus propiedades de superior importancia, en esta investigación se realizara ciertos estudios haciendo un uso especifico de un material adicionado, en este caso se requerirá de vidrio reciclado; se puede señalar que el estudio presentado es de carácter descriptivo puesto que manifiesta e interpreta, la aplicación de vidrio reciclado en la rama de la construcción donde al finalizar se realizara los análisis correspondientes de lo que serían los efectos sobre dicho material. Donde se puede decir que el material de vidrio reciclado se podrá utilizar como remplazo del agregado fino, además de adición al cemento.

Bases Legales

AASHTO T-27, ASTM C 136 Granulometría de los Agregados

Describe el proceso para calcular los porcentajes de la muestra (suelo) que pasan a través de la serie de tamices [15].

ASTM C-127 y 128; MTC E 206. Gravedad Especifica de los Agregados

Esta norma establece el procedimiento para determinar los pesos, tras haber sido sometidos a un proceso de inmersión en agua durante 24 horas. [16].

ASTM C-131 y ASTM C-535. Ensayo de Abrasión por medio de la Máquina de los Ángeles.

Esta norma hace referencia al proceso a seguir para ejecutar el ensayo de desgaste a la abrasión de agregados gruesos, de hasta 37.5 mm (1 ½"), mediante el uso de la máquina de Los Ángeles [17].

MTC E 219-200. Contenido de Sales Solubles en Agregados.

Indica el procedimiento de análisis de cristalización para cuantificar el contenido de cloruros y sulfatos solubles en agua en los agregados pétreos, utilizados MAC [18].

ASTM D2419, AASHTO T-176. Ensayo de Equivalente de Arena.

Esta normativa establece el proceso determinar la proporción relativa de partículas finas presentes en los agregados que pasan por el tamiz de 4.75 mm (No. 4). [19].

ASTM D 5821; MTC E 210. Ensayo de porcentaje de caras fracturadas

Este ensayo abarca la cuantificación del porcentaje, ya sea por peso o por conteo, de una muestra que consiste en partículas fracturadas que cumplen con lo especificado [20].

MTC E 508 Ensayo Rice (Peso específico máximo)

Abarca el cálculo del peso específico teórico máximo de mezclas asfálticas en su estado no compactado [21].

AASHTO T-245, ASTM D1559. Ensayo Marshall

Permite medir la resistencia al flujo plástico de las mezclas bituminosas, cumpliendo con los estándares [22]

ASTM C-88. Ensayo de Durabilidad

El método detalla el procedimiento para evaluar la resistencia de los agregados pétreos a la desintegración causada por soluciones de sulfato de sodio o magnesio [23].

ASTM 4318 – MTC E 111. Ensayo de Plasticidad

Se calcula el límite plástico de un suelo y se determina el índice de plasticidad (I.P.) utilizando el límite líquido (L.L.) y límite plástico (L.P.) [24].

MTC E 515. Ensayo Cántabro

Se halla la pérdida por desgaste de las MAC con la máquina de Los Ángeles junto con bolas de acero y girar a una velocidad y número de revoluciones específicas. Esto simula el desgaste que sufrirá la mezcla en condiciones reales. Al finalizar el ensayo, se pesa el material restante para calcular el porcentaje de pérdida por desgaste, permitiendo así evaluar la durabilidad de la mezcla. Es útil tanto para proyectos de laboratorio como para controlar la calidad en obras [25].

MTC E 515. Ensayo Lottman modificado

A través de este método, se analiza cómo estos ciclos afectan la resistencia y durabilidad de las mezclas [26].

Bases Teóricas

Briquetas

Proveniente de una MAC, tienen forma de cilindros que consiste en ser compactada por agregados minerales (agregado grueso, agregado fino, unidos por CA o también llamado betún). Lo cual, con los materiales antes mencionados se realizará una mezcla en una planta de asfalto para formar una masa densa y viscosa, para que luego sea moldeada en forma de briqueta o bloques [27].

Propiedades mecánicas

- **Estabilidad y resistencia a las deformaciones plásticas**

Es la capacidad de resistir la MAC a las deformaciones y desplazamientos, ocasionados por el tránsito de los vehículos, así mismo, se le llama pavimento estable a quien mantiene su forma, caso contrario se le denomina inestable (corrugación, deformaciones, etc). Cuya estabilidad, va a esto se basa en la fricción interna y la cohesión, donde se relaciona con la textura superficial del material [28].

- **Flexibilidad**

Es la propiedad de la MAC que le permite adaptarse a los asentamientos de la base y la subrasante sin experimentar agrietamientos o fisuras. Sin embargo, esta característica puede presentar conflictos con lo requerido para la estabilidad [28].

- **Densidad**

Es la proporción entre el volumen de los sólidos en la mezcla y el volumen total de esta [28].

- **Impermeabilidad**

La resistencia de la MAC al ingreso de agua y aire es fundamental para su durabilidad. [28].

- **Durabilidad**

La durabilidad se refiere a su soporte frente a efectos adversos del aire, agua, temperatura y tráfico [28].

- **Resistencia a la fatiga**

A través de ella la MAC es capaz de resistir cargas a causa de los vehículos que transitan repetidas veces en el pavimento asfáltico y donde la rigidez del asfalto está relacionada con el agrietamiento por fatiga [28].

Propiedades físicas

- **Contenido de asfalto**

Es el % de asfalto que se adicionará a lo mezclado, la cual se absorberá por los áridos tanto gruesos y finos; está en relación del análisis granulométrico [29].

- **Absorción al agua**

Tiene como finalidad evaluar la capacidad de la mezcla para resistir la penetración y absorción de agua. Aunque el asfalto es inherentemente impermeable, las mezclas asfálticas pueden sufrir daños si el agua penetra a través de la superficie o si se producen defectos en la capa asfáltica. Así mismo, verificar la calidad de la compactación y la integridad de la MAC [29].

- **Porcentaje de vacíos**

Las MAC que presentan un menor porcentaje de vacíos tienden a tener una mayor resistencia a la fatiga. Sin embargo, en lo que respecta a la deformación permanente, la situación es diferente: las mezclas con porcentajes de vacíos menores a 3 % muestran una mayor propensión a la deformación permanente [28].

Mezclas asfálticas

También llamado aglomerados, la cual está compuesta por áridos (grueso y fino) y CA lo que hace que estas quedan cubiertas por una película continua debido a la mezcla, son elaboradas para ser utilizadas en diferentes proyectos (carreteras, pavimentos asfáltico, etc.). Están conformadas por un 90% de agregados, más 10% entre polvo mineral y ligante asfáltico [29].

Tipos de mezclas asfálticas

- **Mezclas asfálticas en caliente (MAC)**

Se le conoce como la MAC más común, y se denomina "en caliente" porque se elabora mediante la combinación de un ligante hidrocarbonado con polvo mineral y aditivos, asegurando que estos ingredientes se integren de manera uniforme en toda la mezcla [29].

- **MAC en frío**

Su uso se centra en carreteras secundarias y en proyectos de construcción, y se trata de mezclas que incorporan emulsiones asfálticas. Su principal característica es la facilidad de manejo, ya que el ligante presenta un tiempo de trabajo prolongado con baja viscosidad, debido al uso de emulsiones con asfalto fluidificado [29].

- **MAC porosa o drenante**

Se utiliza en las capas de rodadura de vías de alto tráfico, en la cual se emplea un contenido de asfalto que varía entre el 4.5% y el 5% [29].

- **MICROAGLOMERADOS**

Mezcla con un tamaño máximo inferior a 10mm de agregado pétreo, que permite ser incorporadas en capas de pequeño espesor [29].

- **MASILLAS**

Mayor utilización del polvo mineral y ligante, esta mezcla no trabaja por rozamiento interno [29].

Componentes de las MAC para briquetas

Las briquetas de MAC como anteriormente se mencionó, están compuestas por, CA o Betún (PEN), Agregados finos y gruesos y algún aditivo que se quiera incorporar [30].

- **CA o betún (PEN)**

Proveniente del proceso de destilación del petróleo, el cual es un material viscoso y pegajoso que se utiliza como ligante en la fabricación de MAC, que dicha viscosidad varía con su temperatura [30].

- **Agregado fino**

Es el agregado granular de tamaño reducido que ayuda a mejorar la cohesión, densidad y estabilidad de mezcla, que es pasante por la malla de tamiz N°04 y es retenida en la malla de tamiz N°200 según la norma ASTM [30].

- **Agregado grueso**

Es al agregado granular de tamaño más grande que proporciona resistencia estructural capacidad de carga al pavimento, el cual es un agregado que al tamizar será retenido en la malla N°4 según la norma ASTM [30].

Componentes de sustitución de los agregados

Residuos de vidrio molido

Vidrio

Material transparente duro y frágil a su vez, debido a los cambios climáticos, se obtiene mediante la fusión de temperatura de una mezcla de Sílice (ARENA), carbonato de sodio y caliza. Puede ser aplicados en diferentes ocasiones debido a sus propiedades, destaca por su dureza sin embargo sigue siendo un material frágil [31].

Vidrio Común o Crudo Triturado

Material de origen triturado, de partículas finas y uniformes de pequeño tamaño, es utilizadas en diferentes aplicaciones sustituyendo al agregado fino, esta es una forma eficaz de reciclar los vidrios desechados y darles una nueva vida útil, y así contribuir al medio ambiente [31].



Figura 1 Vidrio triturado.

Fuente: Elaborado por Izquierdo Dominges y otros.

ACR (Agregado de Concreto Reciclado)

Su origen está a partir de los RCD. Estos materiales reciclados se emplean para reemplazar parcial o totalmente los agregados convencionales de origen natural. Este, presenta variedad de beneficios, ya que reduce la cantidad de RCD que se acumulan en botaderos no autorizados y reduce el impacto ambiental, así como la incorporación como un adicional ya sea al concreto, o al asfalto [31].



Figura 2 Residuos de concreto.

Fuente: Propia

Ensayos de laboratorio de los agregados

Según lo indicado en el MTC, existen normas específicas que deben cumplir las mezclas en caliente de agregados finos y gruesos. Estos puntos hacen referencia a un conjunto de propiedades que debe poseer el árido en cuestión para garantizando la calidad de la mezcla a usar [32].

Tabla I
Especificaciones para agregado grueso

ENSAYO	NORMA	REQUERIMIENTO	
		ALTITUD (msmm)	
		< 3000	> 3000
Perdida en Sulfato de Magnesio	MTC E 214 / NTP 400.016	18% máx.	10% máx
Abrasión los Ángeles	MTC E 207 / NTP 400.019	40 % máx.	10% máx
Partículas chatas y alargadas	ASTM D 4791	15% máximo	
Sales Solubles	MTC E 219 / NTP 339.152	0.5% máximo	
Absorción	MTC E 206 / NTP 400.021	1.00% máximo	

Fuente: [32]

Tabla II
Especificaciones para agregado fino

ENSAYO	NORMA	REQUERIMIENTO	
		ALTITUD (msmm)	
		< 3000	> 3000
Equivalente de Arena	MTC E 214 / NTP 339.146	60% mínimo	
Sales Solubles	MTC E 2019 / NTP 339.152	0.5% máximo	
Índice de Plasticidad	MTC E 111	4% máximo	
Perdida en Sulfato de Magnesio	MTC E 209	-	
Absorción	MTC E 205	0.50% máximo	

Fuente: [32]

- **Contenido de Humedad**

Este contenido afecta la proporción de agua en las mezclas de concreto [33].

- **Peso específico y absorción del agregado grueso**

Relación entre el peso del agregado y el volumen que ocupa, incluyendo los poros internos. La absorción es el porcentaje de agua que puede retener el agregado en sus poros después de estar seco al horno, y refleja su capacidad de absorber humedad. Ambos valores son fundamentales para diseñar mezclas de concreto precisas y duraderas [34].

Tabla III
Peso mínimo de la Muestra

Tamaño Máximo Nominal mm (pulg)	Peso Mínimo de la Muestra de Ensayo Kg (lb)
12,5 (1/2) o menos	2 (4,4)
19,0 (3/4)	3 (6,6)
25,0 (1)	4 (8,8)
37,5 (1 ½)	5 (11)
50,0 (2)	8 (18)
63,0 (2 ½)	12 (26)
75,0 (3)	18 (40)
90,0 (3 ½)	25 (55)
100,0 (4)	40 (88)
112,0 (4 ½)	50 (110)
125,0 (5)	75 (165)
150,0 (6)	125 (276)

Fuente: MTC E 206 – 200

- **Análisis Granulométrico de los agregados y materiales reciclados**

Comienza con el secado del agregado. Para ello, la muestra se coloca al horno en una $T^{\circ} 110 \pm 5$, con el fin de eliminar por completo la humedad. Este procedimiento es esencial, ya que asegura que los resultados del ensayo representen únicamente el peso real de las partículas sólidas, sin la influencia del contenido de agua [35]

- **Ensayo de abrasión por medio de la Máquina de los Ángeles**

Evalúa la resistencia al desgaste de los agregados gruesos, sometiéndolos a impactos y fricción dentro de un tambor giratorio con bolas de acero [36].

Tabla IV
Tamaños de la muestra – Abrasión e Impacto mediante la Máquina los Ángeles

Medida del tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37,5 mm (1 ½")	25,0 mm (1")	1 250 ± 25	-.-	-.-	-.-
25,0 mm (1")	19,0 mm (¾")	1 250 ± 25	-.-	-.-	-.-
19,0 mm (¾")	12,5 mm (½")	1 250 ± 10	2 500 ± 10	-.-	-.-
12,5 mm (½")	9,5 mm (3/8")	1 250 ± 10	2 500 ± 10	-.-	-.-
9,5 mm (3/8")	6,3 mm (¼")	-.-	-.-	2 500 ± 10	-.-
6,3 mm (¼")	4,75 mm (Nº 4)	-.-	-.-	2 500 ± 10	-.-
4,75 mm (Nº 4)	2,36 mm (Nº 8)	-.-	-.-		5 000
TOTAL		5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10

Fuente: MTC E 207 – 200

- **Contenido de Sales**

Es el procedimiento mediante el cual se identifica y cuantifica la presencia de sales solubles, como cloruros y sulfatos, en los agregados. Estas sales pueden afectar la durabilidad del concreto, ya que pueden causar corrosión en el refuerzo o reacciones químicas no deseadas. Por eso, su control es esencial en la producción de mezclas de alta calidad.

- **Determinación de las partículas chatas y alargadas**

Es un ensayo que permite identificar y cuantificar la proporción de partículas de agregado cuya forma es excesivamente plana o alargada.

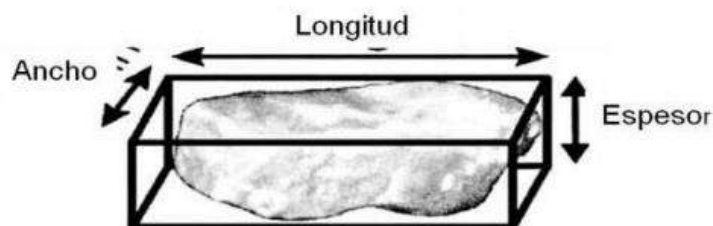


Figura 3: Ejemplo de las dimensiones

Tabla V
Tamaño nominal y peso mínimo de muestra

Tamaño máximo nominal malla cuadrada mm – (pulgada)	Peso mínimo de la muestra de ensayo kg – (lb)
9,5 – (3/8)	1 – (2)
12,5 – (1/2)	2 – (4)
19,0 – (3/4)	5 – (11)
25,0 – (1)	10 – (22)
37,5 – (1.1/2)	15 – (33)
50 – (2)	20 – (44)
63 – (2.1/2)	35 – (77)
75 – (3)	60 – (130)
90 – (3.1/2)	100 – (220)
100 – (4)	150 – (330)
112 – (4.1/2)	200 – (440)
125 – (5)	300 – (660)
150 – (6)	500 – (1100)

Fuente: [32]

- **Ensayo Equivalente de Arena**

El procedimiento comienza utilizando un tubo de sifón para verter la solución de cloruro de calcio dentro del cilindro graduado, hasta que el líquido alcance un nivel específico medido desde la base del recipiente. Una vez alcanzada la altura indicada, se agrega cuidadosamente la muestra de arena con ayuda de un embudo, procurando no derramar el material [19]

- **Índice de Plasticidad**

En el caso de las arenas, que están compuestas principalmente por partículas gruesas, este índice suele ser igual a cero o muy bajo, ya que las arenas no presentan plasticidad. Evaluarlo ayuda a identificar si la muestra contiene finos cohesivos que puedan afectar el comportamiento del material [37].

- **Método Marshall**

Consiste en determinar con precisión el diámetro y la altura del espécimen mediante el uso de un vernier. Estos datos son esenciales para definir la geometría del espécimen y aplicar correctamente los factores de corrección establecidos en el método Marshall [22].

Requisitos o parámetros para el diseño de MAC

Sus características de la MAC se relacionan fundamentalmente con los materiales, es decir, los agregados.

Tabla VI
Gradación en la granulometría

Parametro de Diseño	CLASE DE MEZCLA		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8.15KN	5.44 KN	4.53 KN
3. Flujo 0.01" (0.25 mm)	8 - 14	8 - 16	8 - 20
4. Porcentaje de vacios con a	3 - 5	3 - 5	3 - 5
5. Vacios en el agregado mir	VER FIGURA 4		
Inmersion - Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión	2.1	2.1	1.4
2. Resistencia retenido % (m	75	75	75
Relacion Polvo - Asfalto (2)	0.6 - 1.3	0.6 - 1.3	0.6 - 1.3
Relacion Estabilidad/flujo (k	1.700 - 4.000		
la prueba de tracción directa AASHTO T 283	80 Mín		

Fuente: MAC –EG 2013, MTC

Parámetros para el agregado mineral

Tabla VII
Vacíos mínimos del Agregado Mineral

TAMIZ	Vacios mínimos en agregado mineral %	
	MARSHALL	SUPERPAVE
2,36 mm (N°8)	21	-
4,75 mm (N°4)	18	-
9,5 mm (3/8")	16	15
12,5 mm (1/2")	15	14
19,0 mm (3/4")	14	13
25 mm (1")	13	12
37,5 mm (1 1/2")	12	11
50 mm (2")	11,5	10,5

Fuente: [32]

Gradación

Pueden ser clasificadas en tres categorías: MAC-1, 2 o 3, esta se verá relacionada al tipo de tráfico que se estará trabajando, así como también a las dimensiones o tamaños de los agregados.

Tabla VIII
Gradación en la granulometría MAC

TAMIZ	Porcentaje que pasa		
	MAC - 1	MAC - 2	MAC - 3
25,0 mm (1")	100		
19,0 mm (3/4")	80 - 100	100	
12,5 mm (1/2")	67 - 85	80 - 100	100
9,5 mm (3/8")	60 - 77	70 - 80	65 - 87
4,75 mm (N°4)	43 - 54	51 - 68	43 - 61
2,00 mm (N°10)	29 - 45	38 - 52	16 - 29
425 um (N°40)	14 - 25	17 - 28	9 - 19
180 um (N°80)	8 - 17	8 - 17	5 - 19
75 um (N°200)	4 - 8	4 - 8	5 - 10

Fuente: [32]

- **Ensayo Rice**

Es fundamental que el tiempo empleado en el llenado final y el secado del recipiente sea lo más cercano posible —dentro de un margen de ± 1 minuto— al utilizado durante la calibración inicial. Al finalizar, se quita el tapón y se toma la temperatura exacta del agua, lo que permite hacer los ajustes finales si es necesario [21].

- **Ensayo de Lottman Modificado**

Se utilizó el método modificado de Lottman para evaluar la adherencia del árido ligante, enfocándose en la capacidad de las MAC compactadas para resistir el daño por humedad, según lo estipulado en la norma correspondiente [38].

Materiales y métodos

Tipos de Estudio

Es de carácter cuantitativo y se llevará a cabo mediante ensayos experimentales para obtener resultados numéricos sobre las propiedades físico-mecánico de las mezclas asfálticas compactadas (MAC), en el cual, se incorporará concreto reciclado (ACR) como agregado grueso y residuos de vidrio molido como agregado fino. De igual manera, se mantendrá la pregunta de investigación y se comprobará la hipótesis propuesta.

El objetivo principal es la aplicación práctica de los resultados, buscando generar nuevos conocimientos que contribuyan al avance de las teorías existentes en el ámbito de la construcción. El estudio se enfocará en la elaboración de briquetas mediante la sustitución parcial del agregado convencional por concreto reciclado y el uso de residuos de vidrio molido reciclado. Finalmente, se evaluará la resistencia de estas mezclas con el propósito de emplearlas en pavimentos asfálticos para tránsito ligero y pesado, asegurando el cumplimiento de las normativas vigentes.

Diseño de Investigación

Es de tipo experimental, ya que tiene como fin el analizar la influencia de los residuos de vidrio molido y del concreto reciclado (ACR) en las mezclas asfálticas compactadas (MAC). Para ello, se realizarán ensayos de laboratorio que permitan determinar las propiedades de las briquetas elaboradas para pavimentos asfálticos destinados a tránsito ligero y pesado

Población, Muestra y Muestreo de Estudio

Población

Está constituida por briquetas de mezclas asfálticas diseñadas para tránsito ligero y pesado, incorporando residuos de vidrio reciclado molido y concreto reciclado (ACR). La finalidad consiste en evaluar y validar el impacto de estos materiales reciclables sobre las propiedades físico-mecánicas de las mezclas.

Muestra

Se fabricarán 136 briquetas de mezclas asfálticas compactadas (MAC) que incorporan concreto reciclado (ACR) y residuos de vidrio reciclado molido. Estas briquetas serán

sometidas a diversos ensayos, entre los que se incluyen el Método Marshall, el Ensayo Rice, el Ensayo Cantabro y el Ensayo Lottman Modificado.

Muestreo

En primer lugar, se elaborarán briquetas correspondientes a la muestra patrón o convencional. Posteriormente, se prepararán muestras con adiciones del 5%, 10% y 15% de vidrio molido, combinadas con un 30% de concreto reciclado (ACR). Estas muestras serán sometidas a ensayos con el objetivo de determinar sus propiedades físico-mecánicas.

Tabla IX
Cantidad de briquetas a elaborar con porcentaje de vidrio molido y ACR

CANTIDAD DE ESPECÍMENES																
% Residuo de vidrio molido	Muestra Patrón				5%				10%				15%			
% Agregado Reciclado					30%				30%				30%			
PEN (Cemento Asfáltico)	4.50%	5%	5.50%	6%	4.50%	5%	5.50%	6%	4.50%	5%	5.50%	6%	4.50%	5%	5.50%	6%
Ensayo Marshall	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Subtotal	12				12				12				12			
TRAFICO LIGERO													48			
TRAFICO PESADO													48			
TOTAL													96			

MUESTRA NO COMPACTADA																
Ensayo RICE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

CANTIDAD DE ESPECÍMENES		
% Residuo de vidrio molido	Muestra Patrón	* % Optimo del Vidrio Molido y RCD
% Agregado Reciclado	(% optimo)	* % Optimo del PEN
Ensayo Cantabro	4	4
Ensayo Lottman Modificado	6	6
Subtotal	10	10
TRAFICO LIGERO	20	
TRAFICO PESADO	20	
TOTAL	40	

Fuente: Elaboración Propia

Hipótesis

La inclusión de residuos de vidrio triturado y ACR proporcionará características físicas y mecánicas beneficiosas en las briquetas de mezclas asfálticas, permitiendo su uso en pavimentos asfálticos destinados tanto al tránsito ligero como al pesado.

Variables y Operacionalización

Variables

Variable independiente

Incorporación de los residuos de vidrio triturado y ACR.

Variable dependiente

Propiedades físico-mecánicas de las briquetas para pavimento asfálticos.

Variable interviniente

Diámetro Máx. de los residuos de vidrio molido

Diámetro Máx. de ACR.

Tipo de CA 60/70

Tipo de Tráfico: Ligero y Pesado

Operacionalización

Tabla X
Operacionalización de variables

VARIABLE	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO/METODO DE MEDICIÓN	RANGOS
Var. Independiente Incorporación de residuos de vidrio molido y agregado de concreto reciclado	Residuos de vidrio triturado	%	Balanza electrónica con aproximación a 01 g	5%, 10%, 15%
	Agregado de concreto reciclado	%	Balanza electrónica con aproximación a 01 g	30%

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO/METODO DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA
Var. Dependiente Propiedades físico mecánicas de las briquetas para pavimentos asfálticas	Propiedades Físicas	Granulometría	Análisis granulométrico de los agregados finos y gruesos (AASHTO T 27, ASTM C 136, MTC E 204)	%
		Degradación de los agregados por acción de la abrasión	Ensayo de abrasión por medio de la Máquina de los Angeles (ASTM C 131, MTC E 207)	%
		Peso específico máximo teórico	Ensayo RICE (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	%
	Propiedades Mecánicas	Estabilidad	Metodo Marshall MTC E 504/ASTM D 1559	Lbs
		Flujo		mm
		Estabilidad/Fluencia		Kg/cm
		Resistencia a la humedad Inducida	Ensayo de Lottman Modificado AASHTO T 283	%
		Durabilidad - Pérdida por desgaste	Ensayo Cantabro MTC E 515	%

VARIABLE
Var. Interviniente
Diámetro Máx. de los residuos de vidrio triturado XX mm
Diámetro Máx. Agregado de concreto reciclado XX mm
Tipo de Cemento Asfáltico 60/70
Tipo de Tráfico: Ligero y Pesado

Fuente: Elaboración Propia

Técnicas e Instrumentos

Técnicas

Se aplicarán las siguientes metodologías.

Observación

Se llevará a cabo la verificación de las diferentes propiedades utilizando briquetas que incorporen vidrio molido y ACR.

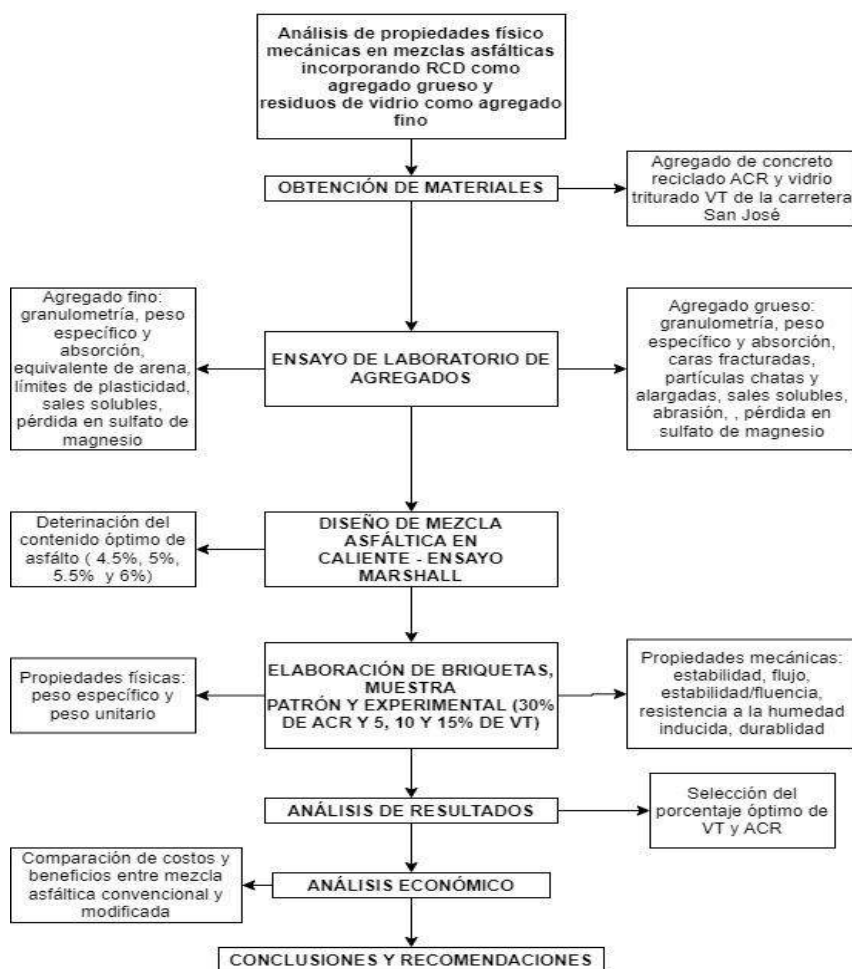


Figura 4 Diagrama de Flujo

Instrumentos

Programas o Softwares

Estos son AutoCAD, Excel, Word y Power Point.

Fuentes

Se tomará en cuenta los diferentes medios de información, libros, trabajos de investigación, Normativas, artículos, como:

- MTC
- ASTM
- TESIS y ARTICULOS, ICG

Procedimiento

Proceso de obtención y clasificación del material reciclado

Proceso de obtención de los residuos de vidrio (AGREGADO FINO). La obtención del material de vidrio proviene de los desechos de las distintas vidrierías de Distrito San José, de la ciudad de Chiclayo, que será utilizado por la sustitución del agregado fino.

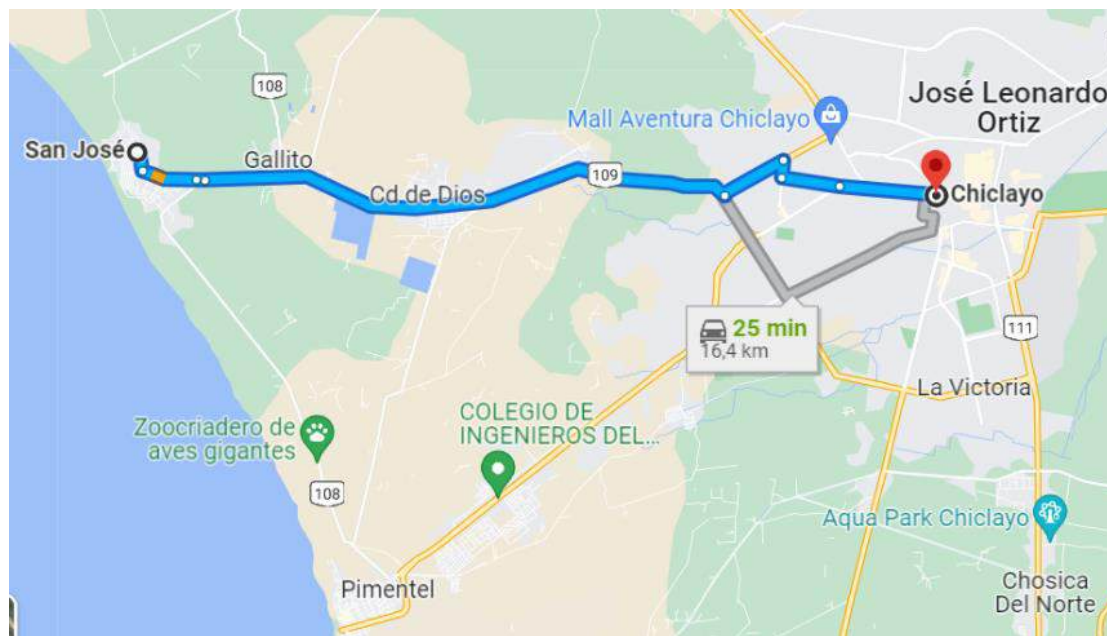


Figura 5 Ubicación del Distrito San José.

Fuente: Elaboración Propia.

Obtención de Residuos de vidrio



Figura 6 Obtención de los residuos de vidrio.

Fuente Propia

Se hará un reconocimiento del origen del material a obtener (vidrio).



Figura 7 Lugar de obtención de los residuos de vidrio - Distrito San José.

Fuente Propia

1. Para luego ser trasladado al lugar donde se llevará a cabo su trituración.



Figura 8 Trituración de los residuos de vidrio.

Fuente Propia

2. Después se realiza el tamizado por la malla N°04, haciendo pasar el material triturado para ser adicionado como agregado fino.



Figura 9 Tamizado de los residuos de vidrio.

Fuente Propia.

3. Para finalmente, obtener el vidrio que será utilizado en los ensayos de laboratorio y ser utilizados en la MAC.



Figura 10 Vidrio a utilizar en el diseño de MAC.

Fuente Propia.

Proceso de obtención de los ACR (AGREGADO GRUESO)

La obtención del material que se utilizara como agregado reciclado, proviene de los RCD, sin embargo, cabe mencionar que existen diversas variedades de materiales que se encuentran en estos RCD tales como: ladrillos, cerámica, residuos de concreto, PVC, plásticos, etc. Para el presente estudio, se considerará solo la obtención de ACR.

En este caso, la obtención de dicho material será del botadero que está en la carretera a San José, exactamente en el cruce con la carretera Panamericana Norte.

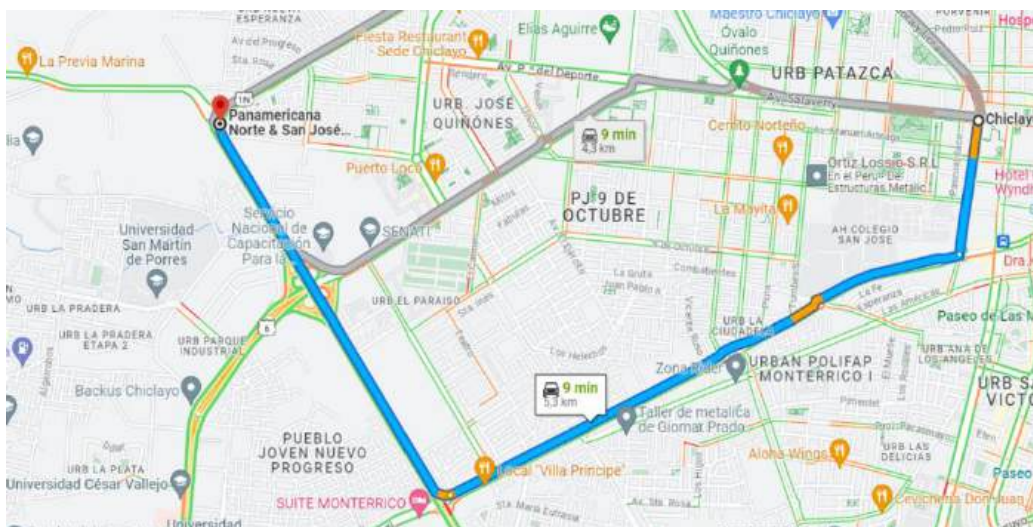


Figura 11 Ubicación de la obtención de ACR.

Fuente: Elaboración Propia.

1. Se hará un reconocimiento del origen del material a obtener, para que posteriormente el concreto reciclado pueda ser apartado de otro tipo de residuos, con el fin de que no

entre en contacto con materiales pesados, como es el hierro, ya que pueden desfavorecer su calidad agregado reciclado.



Figura 12 Lugar de obtención del ACR – Botadero San José – Chiclayo.

Fuente: Elaboración Propia.

2. Obtención del ACR.



Figura 13 Obtención del ACR

3. Luego, será trasladado hacia donde se llevará a cabo la trituración del ACR, para la obtención de agregados en partículas de un tamaño adecuado, para nuevamente ser utilizados. Este proceso se ejecutó en la planta trituradora de Piedra Roca Dura SAC, ubicada en el distrito José Leonardo Ortiz – Chiclayo.



Figura 14 Planta trituradora de agregados – José Leonardo Ortiz – Chiclayo.

Fuente: Elaboración Propia.

4. Luego de ello, el agregado nuevo reciclado será sometido a una serie de ensayos.



Figura 15 ACR triturado.

Fuente: Elaboración Propia.

Métodos

Para el estudio principal, se requiere la preparación de una MAC tradicional, lo que implica la realización de pruebas preliminares sobre los componentes que conforman dicha mezcla. Estos incluyen piedra triturada de 1/2", arena o agregado fino de 1/4", asfalto PEN 60/70, así como las adiciones de concreto reciclado (ACR) y vidrio triturado.

Posteriormente, se elaboraron briquetas correspondientes a la muestra patrón y a las mezclas con las adiciones mencionadas (ACR y vidrio triturado), empleando materiales extraídos de un botadero ubicado en la carretera San José.

Se inició la fabricación de 12 briquetas para la muestra patrón, sin adición alguna, distribuidas en 3 briquetas para cada % de contenido asfáltico (CA). Una vez finalizadas las briquetas convencionales, se procedió a elaborar briquetas con adición de vidrio triturado en proporciones del 5%, 10% y 15% como reemplazo del agregado fino, y ACR en un 30% como reemplazo del agregado grueso, aplicando cuatro porcentajes de CA (4.5%, 5%, 5.5% y 6%). En total, se fabricaron 72 briquetas, de las cuales 36 fueron destinadas para tráfico ligero y 36 para tráfico pesado.

Estas muestras fueron sometidas al ensayo Marshall con el fin de determinar el porcentaje óptimo de mezcla y comparar el desempeño entre las mezclas modificadas y la convencional.

Finalmente, utilizando el porcentaje óptimo obtenido, se produjeron briquetas adicionales para realizar ensayos de Lottman Modificado (12 briquetas) y Cantabro (8 briquetas), sumando un total de 40 briquetas, considerando los dos tipos de tráfico.

La fabricación de todas las briquetas se llevó a cabo en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ingeniería Civil de la USAT, en Chiclayo.

Ensayos de Caracterización de los Agregados

Para los agregados se realizaron los siguientes ensayos:

- **Ensayos de Laboratorio de Agregado Grueso**

Tabla XI
Ensayos Agregado Grueso

A G G R R E U G E A S D O O	ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS AASHTO T 27, ASTM D 422 (MTC E107-2000)
	GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESO ASTM C 127 Y AASHTO T 85 (MTC E 206 - 2000)
	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM C-535
	ENSAYO DE ABRASION POR MEDIO DE LA MAQUINA DE LOS ANGELES ASTM C 131 Y ASTM C 535 (MTC E 207 - 2000)
	DETERMINACIÓN DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS ASTM D 4791 (MTC E 221 - 2000)
	SALES SOLUBLES TOTALES MTC E 219
	DURABILIDAD (AL SULFATO DE MAGNESIO) MTC E 209

Fuente: Elaboración Propia

- **Ensayo de Laboratorio de Agregado Fino**

Tabla XII
Ensayos Agregado Fino

A G R F E I G N A O D O	ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS AASHTO T 27, ASTM D 422 (MTC E107-2000)
	GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINO ASTM C 128
	EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D 2419, AASHTO T 176 (MTC E 114 - 2000)
	INDICE DE PLASTICIDAD (N°200) ASTM D 4318, (AASHTO T 90 - MTC E 111 - 2000)
	SALES SOLUBLES TOTALES MTC E 219
	DURABILIDAD (AL SULFATO DE MAGNESIO) MTC E 209

Fuente: Elaboración Propia

- **Ensayos de Caracterización de los Agregado Adicionados (VIDRIO)**

Tabla XIII
Ensayos Vidrio

V I D R I O	ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS AASHTO T 27, ASTM D 422 (MTC E107-2000)
	GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINO ASTM C 128
	EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D 2419, AASHTO T 176 (MTC E 114 - 2000)
	INDICE DE PLASTICIDAD (N°200) ASTM D 4318, (AASHTO T 90 - MTC E 111 - 2000)
	SALES SOLUBLES TOTALES MTC E 219
	DURABILIDAD (AL SULFATO DE MAGNESIO) MTC E 209

Fuente: Elaboración Propia

Ensayo de Caracterización de los Agregado Adicionados (ACR)

Tabla XIV
Ensayos ACR.

AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO	ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS AASHTO T 27, ASTM D 422 (MTC E107-2000)
	CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM C-535
	GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESO ASTM C 127 Y AASHTO T 85 (MTC E 206 - 2000)
	ENSAYO DE ABRASION POR MEDIO DE LA MAQUINA DE LOS ANGELES ASTM C 131 Y ASTM C 535 (MTC E 207 - 2000)
	SALES SOLUBLES TOTALES MTC E 219
	DURABILIDAD (AL SULFATO DE MAGNESIO) MTC E 209

Fuente: Elaboración Propia

Ensayos de Agregados

Ensayo de Contenido de Humedad (ASTM C 535)

Resulta un factor crucial para el diseño de MAC. El procedimiento sigue la norma ASTM C 535, que establece un método para cuantificar la cantidad de agua en una muestra de agregado a través de un proceso de secado. se pesó agregado fino una cantidad de 2560g, mientras que el agregado grueso se tuvo un peso de 5280g. Luego se obtuvo sus pesos secos al retirar del horno.



FIGURA 16 Ensayo Contenido de Humedad

Fuente: Elaboración Propia

Ensayo de Análisis Granulométrico de los agregados (AASHTO T 27, ASTM C 136; MTC E 204)

Primero se fijó un peso de 3400 gr, sacando 55% del peso total para agregado fino, y el 45% para el agregado grueso, para ser tamizado, por un juego de tamices, ya que posterior a ello se sacan sus pesos que se retienen en cada tamiz, que permitirá visualizar la tendencia homogénea de los tamaños de agregados para así obtener la curva granulométrica.



FIGURA 17 Peso de los agregados fino y grueso para el ensayo de granulometría.

Fuente: Elaboración Propia

Ensayo de Peso específico y Absorción del agregado grueso y ACR (MTC E 206)

En este ensayo hace referencia a la masa por unidad de volumen de los agregados, en cambio la absorción indica la cantidad de agua por absorber por los poros de los agregados, por ende, se realiza este ensayo con 50 gr de agregado grueso, la cual se le incorporará agua destilada, que luego se hará uso del horno a T° 210.



FIGURA 18 Peso Específico y Absorción. A. Grueso

Fuente: Elaboración Propia

Ensayo de Abrasión por medio de la Máquina de los Ángeles del agregado grueso y ACR (MTC E 207 – 2000)

Su objetivo principal evaluar la resistencia del agregado al desgaste, lo que ofrece información valiosa sobre la durabilidad y calidad de estos materiales, se toma una cantidad de 5000 gr. de agregado grueso, 2500 retenidos los tamices de 1/2” y 3/8”, cuyo material será sometido a la máquina los ángeles para luego obtener su peso respectivo que será retenido en el tamiz N°10.



FIGURA 19 Ensayo Abrasión máquina de los ángeles del A. Grueso y ACR.

Fuente: Elaboración Propia.

Ensayo de la determinación de las Partículas Chatas y Alargadas del agregado grueso y ACR (MTC E 221 – 2000)

El propósito principal de este ensayo es evaluar la calidad y características de los materiales, lo que permite identificar y cuantificar la presencia de partículas chatas y alargadas en una muestra, para ello se pesa 2000 kg de material, la cual será tamizado por las mallas 1/2", 3/8" y 1/4" para determinar su peso y dimensionar las partículas tanto chatas y alargadas.



FIGURA 20 Ensayo de abrasión máquina de los ángeles A. Grueso y ACR

Fuente: Elaboración Propia.

Ensayo de Contenido de Sales del Agregado Grueso y ACR (MTC E 219)

Evalúa la cantidad de sales presente, tal que, se llegará a determinar la concentración cuantitativa de sales presentes en la muestra, para ello se tamiza por la malla N°10 y se pesa 50 gr de agregado grueso, se utiliza un frasco para incorporar agua destilada con la muestra, así mismo se hace uso de vaso de vidrio precipitado, será sometido al horno, para finalmente obtener el peso con presencia de sales.



FIGURA 21 Ensayo de Contenido de Sales del A. Grueso y ACR.

Fuente: Elaboración Propia.

Ensayo de Durabilidad Sulfato de Magnesio Agregado Grueso y ACR (MTC E 209)

Evalúa la resistencia del agregado a los efectos de deterioro causados por la exposición a soluciones de sulfato de magnesio, donde se realiza un tamizado por las mallas 1 ½", 3/4", 1/2", 3/8" y N°04, para obtener sus pesos retenidos, de tal manera incorporar el reactivo de Magnesio a las muestras, y de tal manera ver los cambios que generan a causa del reactivo de magnesio.



FIGURA 22 Ensayo de Durabilidad (sulfato de magnesio) del A. Grueso y ACR Fuente: Elaboración Propia.

Ensayo de Peso Específico y Absorción del Agregado Fino y Vidrio Triturado (MTC E 205. ASTM C 128)

Se realiza el mismo procedimiento que se usó para el agregado grueso, con el propósito de medir la absorción y así establecer la cantidad de agua que los poros pueden retener, en este caso se trabaja con 500 gr de agregado fino, la cual se le incorporará agua destilada, para luego ser puesta al horno y determinar el porcentaje de absorción del agregado.



FIGURA 23 Ensayo peso específico y absorción de A. Fino y Vidrio Triturado Fuente: Elaboración Propia.

Ensayo de Equivalente de Arena del Agregado Fino y Vidrio Triturado (ASTM D 2419, MTC E 114 – 2000)

Evalúa la cantidad de fino presentes en el agregado, y determinar su impacto en la calidad del material. Es por eso por lo que se determina la proporción de materiales más finos presentes en el agregado.

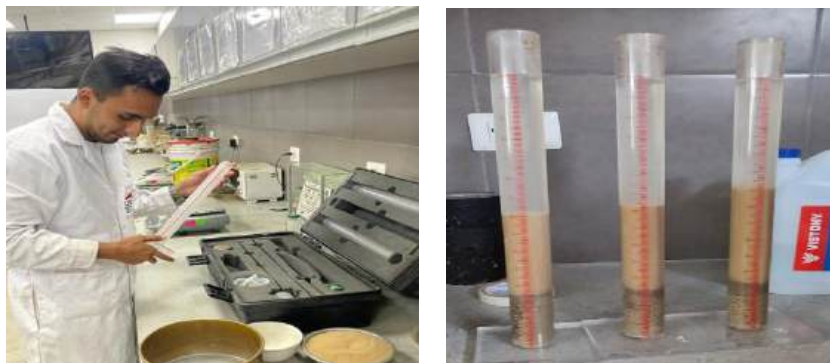


FIGURA 24 Equivalente de Arena del A. Fino y Vidrio Triturado.

Fuente: Elaboración Propia

Ensayo de Índice de Plasticidad Agregado Fino y del Vidrio Triturado

Este ensayo tiene como finalidad de evaluar la plasticidad de un suelo y su comportamiento ante cambios en el contenido de humedad, es la propiedad para deformarse sin agrietarse bajo ciertas condiciones de carga y humedad, se pasa por los tamices N°04 y N°200, ambos con peso de 200 gr, se humedece la muestra y se hace cilindros para hacer prueba de flexión, viendo a qué punto se quiebra, la cual se considera límite de plasticidad, así mismo con la copa Casagrande se extrae muestras posterior a los golpes que se le brinda, para ser llevados al horno, y obtener sus pesos respectivos.



FIGURA 25 Ensayo de Índice de Plasticidad. A. Fino y Vidrio Triturado.

Fuente: Elaboración Propia.

Ensayo de Contenido de Sales Agregado Fino (MTC E 219)

Se realiza el mismo procedimiento del agregado grueso, para determinar la cantidad de sales en el agregado fino, se utiliza una muestra de 50 gramos, incorporando agua destilada, agitándolo en una botella de vidrio, para ser vaciado a un vaso de vidrio que será sometido al horno, con la finalidad de determinar su peso con el contenido de sales.



FIGURA 26 Ensayo de Contenido de Sales del A. Fino y Vidrio Triturado.

Fuente: Elaboración Propia.

Ensayo de Durabilidad Sulfato de Magnesio Agregado Fino y Vidrio Triturado (MTC E 209)

Se realiza el mismo procedimiento, pero con los tamices N°04, N°08, N° 16, N°30, N°50 y N°100 y por cada tamiz se pesará 100 gr de vidrio, se incorporará a cada tara con muestra el reactivo de magnesio para determinar la resistencia del agregado fino ante los efectos del sulfato de magnesio.

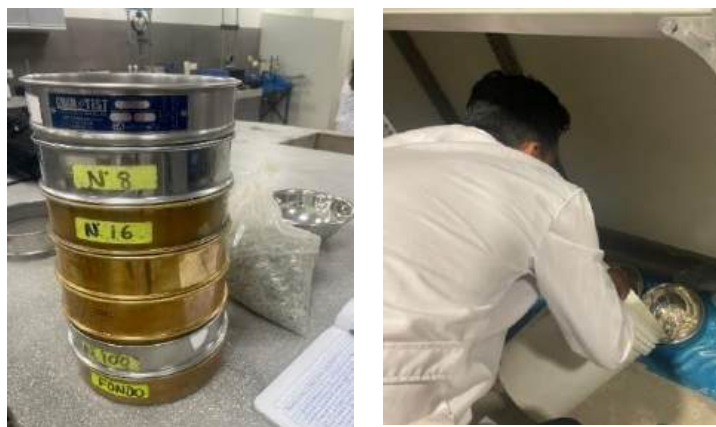


FIGURA 27 Ensayo de Contenido de Sales. A. Fino y Vidrio Triturado.

Fuente: Elaboración Propia.

MÉTODO DE MARSHALL ASTM D 1559, AASHTO T 245, NLT 159/86 (MTC E 504)

Diseño de MAC Convencional (Tráfico Ligero):

Se realizan las briquetas de muestra patrón, que por cada diseño de mezcla son 3, las cuales fueron un total de 12 muestra patrón, para determinar los porcentajes correspondientes de agregado fino y grueso, se lleva a cabo un análisis granulométrico combinado. La cual granulometría se clasifican en tipos de MAC que se muestran en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** En el caso específico de esta investigación, y considerando que el agregado utilizado presenta un tamaño máximo nominal de 1/2", se trabajó con una clasificación MAC-02.

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC-1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100	100	
19,0 mm (3/4")	80-100	100	
12,5 mm (1/2")	67-85	80-100	
9,5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4,75 mm (N.º 4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N.º 10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N.º 40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N.º 80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N.º 200)	4-8	4-8	5-10

FIGURA 28 Gradación del MAC-2

Seguidamente se realiza el pesado de material para el diseño de las briquetas, teniendo un peso de 1500gr entre agregados y filler. Para ello, se pesaron cantidades tanto de agregados según los porcentajes de CA, en este caso los porcentajes serán de 4.5%, 5%, 5.5% y 6%.



FIGURA 29 Pesado del agregado fino y grueso para la mezcla – Tráfico Ligero

Teniendo una vez los pesos, se le agregara el porcentaje de CA (PEN: 4.5%, 5%, 5.5% y 6%)



FIGURA 30 Incorporación de CA para la mezcla – Tráfico Ligero

La mezcla será calentada a una temperatura constante aproximadamente de 150°, para que esta se pueda mezclar.



FIGURA 31 Muestra sometida a alta temperatura – Tráfico Ligero



FIGURA 32 Mezcla en Caliente – Tráfico Ligero

Para la elaboración de las briquetas, se colocarán papel no absorbente cuyo diámetro es el mismo que la base del molde a vaciar la MAC, en la parte inferior y superficial de la briqueta. Se vierte la mezcla y con ayuda de la espátula en todo el alrededor se procede a mezclar, para así, luego de ello, pueda ser compactada según el tipo de tráfico, en este caso Tráfico Ligero (35 golpes).



FIGURA 33 Mezcla en el molde – Tráfico Ligero

El molde, con la mezcla lista, se coloca en la compactadora manual para iniciar el proceso de compactación, con los golpes respectivos de acuerdo con el tipo de tráfico.



FIGURA 34 Compactadora manual

Luego de compactar la briqueta, se tiende a esperar para el desencofrado, por lo que la mezcla aún sigue caliente.



FIGURA 35 Desencofrado de Briqueta – Tráfico Ligero

Finalmente, se obtiene las briquetas con sus porcentajes de CA respectivos.



FIGURA 36 Briquetas de la Muestra Patrón – Tráfico Ligero

Diseño de MAC Convencional (Tráfico Pesado):

Se realizan las briquetas de muestra patrón, que por cada diseño de mezcla son 3, las cuales fueron un total de 12 muestra patrón.

Para ello, se realiza el pesado de material para el diseño de las briquetas, teniendo un peso de 1500gr entre agregado fino, agregado grueso y filler.

Se realizarán sus pesos tanto de agregado según los porcentajes de CA, en este caso los porcentajes serán de 4.5%, 5%, 5.5% y 6%, cabe mencionar que es dependiendo del diseño de lo mezclado.



FIGURA 37 Pesado del agregado fino y grueso para la mezcla – Tráfico Pesado

Teniendo una vez los pesos, se le agregara el porcentaje de CA (PEN: 4.5%, 5%, 5.5% y 6%)



FIGURA 38 Incorporación de CA para la mezcla – Tráfico Pesado

Lo mezclado será calentado a una temperatura constante aproximadamente de 150°, para que esta se pueda mezclar.



FIGURA 39 Muestra sometida a alta temperatura – Tráfico Pesado



FIGURA 40 Mezcla en Caliente – Tráfico Pesado

Para la elaboración de las briquetas, se colocarán papel no absorbente cuyo diámetro es el mismo que la base del molde a vaciar la MAC, en la parte inferior y superficial de la briqueta. Se vierte la mezcla y con ayuda de la espátula en todo el alrededor se procede a mezclar, para así, luego de ello, pueda ser compactada según el tipo de tráfico, en este caso Tráfico Pesado (75 golpes).



FIGURA 41 Mezcla en el molde – Tráfico Pesado

El molde, con la mezcla lista, se coloca en la compactadora manual para iniciar el proceso de compactación, con los golpes respectivos de acuerdo con el tipo de tráfico.



FIGURA 42 Compactadora manual

Luego de compactar la briqueta, se tiende a esperar para el desencofrado, por lo que la mezcla aún sigue caliente.



FIGURA 43 Desencofrado de Briqueta – Tráfico Pesado

Finalmente, se obtiene las briquetas con sus porcentajes de CA respectivos.



FIGURA 44 Briquetas de la Muestra Patrón – Tráfico Pesado

Diseño de MAC adicionando Vidrio Triturado como agregado fino al 5% y ACR como agregado grueso al 30% (Tráfico Ligero)

Para este procedimiento se elaboran 12 briquetas en la cual se elaborarán con la adición de vidrio como agregado fino y ACR como agregado grueso, cabe mencionar que se utilizará el MAC-2.



FIGURA 45 Pesado del agregado fino y grueso más 5% de vidrio y 30% de ACR para la mezcla – Tráfico Ligero

Teniendo una vez los pesos, se le agregara el porcentaje de CA (PEN: 4.5%, 5%, 5.5% y 6%)



FIGURA 46 Incorporación de CA para la mezcla – Tráfico Ligero

Lo mezclado será calentado a una T° de 150° , para que esta se pueda mezclar.



FIGURA 47 Muestra sometida a alta temperatura – 5% de vidrio y 30% ACR – Trafico Ligero



FIGURA 48 Mezcla en Caliente – 5% de vidrio y 30% ACR – Trafico Ligero

Para la elaboración de las briquetas, se colocarán papel no absorbente cuyo diámetro es el mismo que la base del molde a vaciar la MAC, en la parte inferior y superficial de la briqueta. Se vierte la mezcla y con ayuda de la espátula en todo el alrededor se procede a mezclar, para así, luego de ello, pueda ser compactada según el tipo de tráfico, en este caso Ligero (35 golpes)



FIGURA 49 Mezcla en el molde – 5% de vidrio y 30% ACR – Trafico Ligero

El molde, con la mezcla lista, se coloca en la compactadora manual para iniciar el proceso de compactación, con los golpes respectivos de acuerdo con el tipo de tráfico en este caso ligero (35 golpes). Luego de compactar la briqueta, se tiende a esperar para el desencofrado, por lo que la mezcla aún sigue caliente.



FIGURA 50 Desencofrado de Briqueta – 5% de vidrio y 30% ACR – Trafico Ligero

Finalmente, se obtiene las briquetas con sus porcentajes de CA respectivos.



FIGURA 51 Briquetas – 5% de vidrio y 30% ACR – Trafico Ligero

Diseño de MAC al adicionar Vidrio Triturado como agregado fino al 10% y 15% y ACR como agregado grueso al 30% (Trafico Ligero)

Para el diseño del MAC incorporando vidrio triturado al 10% y 15% y ACR al 30% se sigue el proceso de elaboración anteriormente como el de 5% de vidrio triturado y 30% de ACR.

Se puede decir que, durante el procedimiento, este, mantiene una metodología ya existente, asegurando una coherencia continua en la implementación. Cabe destacar que el vidrio triturado y la adición de ACR, obran de manera óptima en el asfalto, llegando a obtener diferentes características al diseño final.

De acuerdo con los porcentajes que se ha tenido en cuenta (5%, 10% y 15% de vidrio como agregado fino y 30%) se llegara a determinar la variación de una adaptabilidad eficaz, por lo que se puede llegar a alcanzar una mejor personalización de las propiedades del asfalto.



FIGURA 52 Briquetas – 10% y 15% de vidrio y 30% ACR – Trafico Ligero

Diseño de MAC adicionando Vidrio Triturado como agregado fino al 5% y ACR como agregado grueso al 30% (Tráfico Pesado)

Para este procedimiento se elaboran 12 briquetas en la cual se elaborarán con la adición de vidrio como agregado fino y ACR como agregado grueso, cabe mencionar que se utilizará el MAC-2.



FIGURA 53 Pesado del agregado fino y grueso más 5% de vidrio y 30% de ACR para la mezcla – Tráfico Pesado

Teniendo una vez los pesos, se le agregara el porcentaje de CA (PEN: 4.5%, 5%, 5.5% y 6%). La mezcla será calentada a una temperatura constante aproximadamente de 150°, para que esta se pueda mezclar.



FIGURA 54 Muestra sometida a alta temperatura – 5% de vidrio y 30% ACR
– Tráfico Pesado



FIGURA 55 Mezcla en Caliente – 5% de vidrio y 30% ACR – Tráfico
Pesado

Para la elaboración de las briquetas, se colocarán papel no absorbente cuyo diámetro es el mismo que la base del molde a vaciar la MAC, en la parte inferior y superficial de la briqueta. Se vierte la mezcla y con ayuda de la espátula en todo el alrededor se procede a mezclar, para así, luego de ello, pueda ser compactada según el tipo de tráfico, en este caso Pesado (75 golpes)



FIGURA 56 Mezcla en el molde – 5% de vidrio y 30% ACR – Tráfico Pesado

El molde, con la mezcla lista, se coloca en la compactadora manual para iniciar el proceso de compactación, con los golpes respectivos de acuerdo con el tipo de tráfico, en este caso Tráfico Pesado (75 golpes). Luego de compactar la briqueta, se tiende a esperar para el desencofrado, por lo que la mezcla aún sigue caliente.



FIGURA 57 Desencofrado de Briqueta – 5% de vidrio y 30% ACR – Tráfico Pesado

Finalmente, se obtiene las briquetas con sus porcentajes de CA respectivos.



FIGURA 58 Briquetas – 5% de vidrio y 30% ACR – Tráfico Pesado

Diseño de MAC adicionando Vidrio Triturado como agregado fino al 10% y 15% y ACR como agregado grueso al 30% (Tráfico Pesado)

Para el diseño del MAC incorporando vidrio triturado al 10% y 15% y ACR al 30% se sigue el proceso de elaboración anteriormente como el de 5% de vidrio triturado y 30% de ACR.

Se puede decir que, durante el procedimiento, este, mantiene una metodología ya existente, asegurando una coherencia continua en la implementación. Cabe destacar que el vidrio triturado y la adición de ACR, obran de manera óptima en el asfalto, llegando a obtener diferentes características al diseño final.

De acuerdo con los porcentajes que se ha tenido en cuenta (5%, 10% y 15% de vidrio como agregado fino y 30%) se llegara a determinar la variación de una adaptabilidad eficaz, por lo que se puede llegar a alcanzar una mejor personalización de las propiedades del asfalto.



FIGURA 59 Briquetas – 10% y 15% de vidrio y 30% ACR – Tráfico Pesado

Determinación del peso específico “BULK” (MTC E 514)

Las briquetas tanto convencional como las que tienen adiciones de vidrio triturado y ACR, tanto las de tráfico pesa y tráfico ligero, inicialmente serán pesadas en su estado seco. Posterior a ello, cada una de las briquetas serán sumergidas en agua, siendo sujeta por una canastilla, durante aproximadamente 5 minutos, donde se tomará lectura de su peso al momento de estar sumergida. Seguidamente, se procede a retirar la briqueta sumergida, que se seca haciendo uso de un trapo y se pesa nuevamente, a lo que llamamos peso saturado.



FIGURA 60 Peso Específico de las briquetas convencionales y con adición

Ensayo de Estabilidad y Flujo

La estabilidad se calcula utilizando el viscosímetro rotativo, que mide la fuerza requerida para hacer que la muestra de asfalto fluya. La teoría detrás de este cálculo se basa en la resistencia del asfalto a la deformación bajo carga y en su capacidad para mantener su forma y estructura.

En la cual, influyen diferentes factores para este valor, como es: el contenido de asfalto, su granulometría y los tipos de agregado a utilizar. Por tanto, estos datos proporcionan información sobre la calidad del árido y de la mezcla final.

De este modo, el flujo refleja la cantidad de deformación que se produce en la dirección del diámetro del espécimen antes de la fractura, que indica su capacidad para fluir bajo carga. Además, este valor sirve como una medida de la consistencia del asfalto.



FIGURA 61 Ensayo de Estabilidad y Flujo de las briquetas.

Ensayo RICE (Densidad Máxima Teórica)

Se someterán a este ensayo las muestras tanto convencionales como las muestras con material adicional (Vidrio y ACR), para ello se pide un peso no menor de 1500 gramos de MAC sin compactar. La cual se trataría del peso que ocuparía cada unidad de volumen si todos los espacios vacíos en la estructura de una MAC se eliminaran por completo.



FIGURA 62 Ensayo de la densidad Máxima Teórica.

Ensayo Cántabro

Su objetivo es evaluar la resistencia a la abrasión de las MAC, determinando su durabilidad bajo condiciones de desgaste. Este aspecto es crucial para la calidad y vida útil de carreteras y pavimentos. Las muestras óptimas, obtenidas de los ensayos de Marshall y Rice, se someterán a la máquina de Los Ángeles, donde se añadirán bolas de acero específicas y se girará a una velocidad determinada durante un número establecido de revoluciones. Posteriormente, las muestras se pesarán para evaluar su resistencia al desgaste; una menor pérdida de masa indicará una mayor resistencia y, por ende, una mayor durabilidad de la MAC.



FIGURA 63 Ensayo Cántabro con los porcentajes óptimos

Ensayo Lottman Modificado

Este procedimiento contempla la preparación de muestras y la evaluación de la variación en la resistencia a la tracción diametral debido a la saturación con agua y al acondicionamiento acelerado, que incluye ciclos de congelamiento y deshielo en mezclas asfálticas compactadas (MAC). Los resultados permiten estimar la susceptibilidad al desprendimiento con el paso del tiempo y analizar la eficacia de aditivos antidesprendimiento, tanto líquidos como sólidos (como la cal hidratada), incorporados al agregado mineral. Para ello, se elaborarán seis muestras, divididas en dos grupos: tres se mantendrán en condiciones secas y las otras tres serán sometidas a saturación parcial y a un ciclo de congelación previo al ensayo.



FIGURA 64 Ensayo Lottman Modificado con los porcentajes

Resultados y discusión

Resultados

Composición química del vidrio triturado

En base a los estudios realizados por [14] y [39], la composición química del vidrio triturado es la siguiente:

Tabla XV
Composición química del vidrio común

Compuesto químico	Nomenclatura	%
Dióxido de silicio (Sílice)	SiO ₂	71.05
Óxido de aluminio (Alúmina)	Al ₂ O ₃	1.5
Óxido de hierro (Hematita)	Fe ₂ O ₃	0.19
Óxido de magnesio	MgO	0.76
Óxido de calcio	CaO	11.38
Óxido de sodio	Na ₂ O	13.19
Óxido de potasio	K ₂ O	0.72
Pérdida por Calcinación	PC	0.1

Según la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se observa que la sílice es el que está en mayor porcentaje en el vidrio común, estudios [40] han evidenciado que, en la elaboración de concreto, actúa como puzolana que brinda mayor resistencia a la compresión (36% del experimental sobre el patrón); en el caso de las mezclas MAC, la alta cantidad de sílice aportaría a su durabilidad y su resistencia al desgaste.

Agregado Grueso

Peso específica y absorción:

Tabla XVI
Pesos específicos y absorción de A.G.

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.517
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.530
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.550
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.50

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO GRUESO			
ENSAYO	REQUERIMIENTO (Manual de Carreteras.	RESULTADO	CUMPLE/ NO CUMPLE
Absorción MTC E 206	1,0 máx.	0.50%	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

Lo obtenido corresponde al Psss, peso específico aparente (Psa) y % de absorción del agregado grueso. De acuerdo con lo normado en la E.G. 2013, el % de absorción máximo es de 1%, aquello significa que lo evaluado concuerda con lo normado.

Abrasión máquina los ángeles:

Tabla XVII

Ensayo de Abrasión máquina los ángeles para el agregado grueso

I.- Ensayo de Abrasión		
- Peso inicial antes del ensayo		5000.0
- Peso final después de las 200 revoluciones		4790.0
- Peso final después de las 500 revoluciones		4650.0
II.- Cálculos		
- % de desgaste por abrasión		7.0
- % de uniformidad		0.6

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO GRUESO			
ENSAYO	REQUERIMIENTO (Manual de Carreteras.	RESULTADO	CUMPLE/ NO CUMPLE
Abrasión máquina los angeles MTC E 207	40% máx.	7%	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

El % de desgaste por abrasión del agregado grueso al ser sometido a una carga abrasiva que se generó por 11 esferas con un total de 500 revoluciones, es adecuado pues no llega a superar el 40% indicado por la E.G.-2013

Partículas Chatas y Alargadas

Tabla XVIII
Partículas chatas y alargadas en agregado grueso

MATERIAL		AGREGADO GRUESO			CHATAS			ALARGADAS		
TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.	% RET.	% PASA	PESO	(%)	(%) CORR.	PESO	(%)	(%) CORR.
(pulg)	(mm)									
3/4"	19.00			100.00						
1/2"	12.50	978.1	48.83	51.17	24.2	1.21		50.26	2.51	
3/8"	9.50	672.3	33.57	17.60	40.77	2.04		16.95	0.85	
1/4"	6.30	352.5	17.60	-	21.03	1.05		3.1	0.15	
		2002.8	TOTAL		86	4.29		70.31	3.51	

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO GRUESO			
ENSAYO	REQUERIMIENTO (Manual de Carreteras.	RESULTADO	CUMPLE/ NO CUMPLE
Partículas Chatas y Alargadas ASTM D 4791	10% máx.	7.80%	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

El % de agregados alargados es de 3.51%, mientras que el % de agregados planos o chatos es de 4.29%; sumando un total de 7.8%, no llegan a superar el 10% máximo de presencia de partículas chatas y alargadas dado en la EG-2013.

Sales Soluble Totales

Tabla XIX
Sales Solubles Totales en el agregado grueso

	Muestra usada	g	50	50
	Agua destilada usada	ml	250	250
01	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		5.00	5.00
02	Número de beaker		1	2
03	Peso de beaker	g	49.65	31.56
04	Peso de beaker + residuo de sales	g	49.66	31.57
05	Peso de residuo de sales	(4)-(3) g	0.01	0.01
06	Volumen de la solución tomada	ml	50	50
07	Constituyentes de sales solubles totales	$[(5) \times (1000000)] / (6) \times (1)$ ppm	1000	1000
08	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(7) / 10000 (%)	0.10	0.10
		PROMEDIO (ppm) =	1000	
		PROMEDIO (%) =	0.10	

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO GRUESO			
ENSAYO	REQUERIMIENTO (Manual de Carreteras.	RESULTADO	CUMPLE/ NO CUMPLE
Sales Solubles Totales MTC E 219	0,5% máx.	0.10%	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

Al agregar reactivos químicos dentro de la muestra, se calculó el % de sales solubles, el cual fue 0.1%, siendo menor al 0.5% indicado por la norma EG-2013.

DURABILIDAD

Tabla XX
Durabilidad del agregado grueso

Tamaño de los tamices		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
Pasa	Retiene	Gradacion Original (peso)	Gradacion de la Muestra Originales (%)	Peso de las Fracciones comprendido antes del ensayo (g)	Nº de Particulas	Peso Ret. despues del ensayo (g)	Pérdida Total (%)	Pérdida Corregida (%)	Nº de Particulas
2 1/2" 63 mm	2" 50 mm	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0
2" 50 mm	1 1/2" 37.5 mm	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0
1 1/2" 37.5 mm	3/4" 19 mm	1754	73.7	0	0	0			0
3/4" 19 mm	1/2" 12.5 mm	325	13.6	177.4	23	136.5	23.1	3.1	16
1/2" 12.5 mm	3/8" 9.5 mm	178.6	7.5	85.7	23	56.2	34.4	2.6	14
3/8" 9.5 mm	Nº 4 4.75 mm	123.4	5.2	57.2	23	41.5	27.4	1.4	
Totales		2381	100.0	320.3		234.2		7.2	

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO GRUESO			
ENSAYO	REQUERIMIENTO (Manual de Carreteras.	RESULTADO	CUMPLE/ NO CUMPLE
Durabilidad (Al sulfato de magnesio) MTC E 214	18% máx	7.20%	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

Su durabilidad frente al sulfato de magnesio es de 7.2%, adecuado ya que cumple con la durabilidad máxima en porcentaje de 18 dado por la norma EG-2013.

Agregado Fino

Peso Específico y absorción

Tabla XXI
Peso específico y absorción en el agregado Fino

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³):	2.034
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³):	2.042
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³):	2.051
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%):	0.40

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO FINO			
ENSAYO/NORMA	REQUERIMIENTO (Manual de Carreteras. Especificaciones Tec. Generales 2013)	RESULTADO	CUMPLE/ NO CUMPLE
Absorción MTC E 205	0,5% máx	0.40%	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos corresponden al Psss, Psa y % de absorción de la muestra ensayada. Según lo normado en la E.G. 2013, el % de absorción máximo es de 0.5%, aquello significa que se cumple, al tener un % de absorción de 0.4%.

Equivalente de Arena

Tabla XXII
Equivalente de Arena del Agregado Fino

MUESTRA N°	1	2	3
TAMAÑO MAXIMA (mm.)	N° 4	N° 4	N° 4
ALTURA MAXIMA DEL MATERIAL FINO (cm.)	6.10	6.15	6.15
ALTURA MAXIMA DE LA ARENA (cm.)	3.75	3.70	3.75
EQUIVALENTE DE ARENA	61.48 %	60.16 %	60.98 %
EQUIVALENTE DE ARENA (EA)	61 %		

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO FINO			
ENSAYO/NORMA	REQUERIMIENTO (Manual de Carreteras. Especificaciones Tec. Generales 2013)	RESULTADO	CUMPLE/ NO CUMPLE
Equivalente de Arena MTC E 114	60% min	61%	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

El % de equivalente de arena es de 61%, valor que supera al 60% indicado por la norma.

Índice de Plasticidad

Tabla XXIII
Índice de Plasticidad del Agregado Fino

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO FINO			
ENSAYO/NORMA	REQUERIMIENTO (Manual de Carreteras. Especificaciones Tec. Generales 2013)	RESULTADO	CUMPLE/ NO CUMPLE
Índice de Plasticidad (Malla N°40) MTC E 111	NP	NP	-
Índice de Plasticidad (Malla N°200) MTC 111	4 máx	3.82	CUMPLE

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico		
N° de tarro	12	15	16	20		
N° de golpes	35	20	14			
Tarro + suelo húmedo	33.56	23.16	28.48	14.6		
Tarro + suelo seco	32.5	21.6	25.9	14.16		
Agua	1.06	1.56	2.58	0.44		
Peso del tarro	7.27	7.21	7.96	3.36		
Peso del suelo seco	25.23	14.39	17.94	10.8		
Porcentaje de humedad	4.20	10.84	14.38	4.07		
	CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA					
	Límite Líquido			8.05		
	Límite Plástico			4.07		
	Índice de Plasticidad			3.98		

Fuente: Elaboración Propia

El ensayo de plasticidad se realizó para material retenido en el N°40, y también para el N200, de esta manera el primero resultó ser no plástico, mientras que el segundo, no llegó a superar los 4% máx de índice de plasticidad adecuado por la norma (llega a un valor de 3.82), esto significa que el agregado fino es adecuado según norma EG-2013.

Contenido de Sales

Tabla XXIV
Contenido de Sales A.F.

	Muestra usada	g.	50	50
	Agua destilada usada	ml	250	250
01	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		5.00	5.00
02	Número de beaker		1	2
03	Peso de beaker	g.	49.65	31.56
04	Peso de beaker + residuo de sales	g.	49.66	31.58
05	Peso de residuo de sales	(4)-(3) g.	0.01	0.02
06	Volumen de la solución tomada	ml	50	50
07	Constituyentes de sales solubles totales	$[(5) \times (1000000)] / (6) \times (1)$ ppm	1000	2000
08	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(7) / 10000 (%)	0.10	0.20
		PROMEDIO (ppm) =	1500	
		PROMEDIO (%) =	0.15	

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO FINO			
ENSAYO/NORMA	REQUERIMIENTO (Manual de Carreteras. Especificaciones Tec. Generales 2013)	RESULTADO	CUMPLE/ NO CUMPLE
Sales Solubles totales MTC E 219	0,5% máx	0.15%	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

Una vez agregado los reactivos en el agregado, se observa que existe un 0.15% de sales solubles en los agregados extraídos, porcentaje que no supera lo máximo de 0.5% indicado por la norma.

Durabilidad

Tabla XXV
Durabilidad del A.F.

Tamaño de los tamices		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
Pasa	Retiene	Gradacion Original (peso)	Gradacion de la muestra Original (%)	Peso de las Fracciones comprendido antes del ensayo (g)	Peso Ret. despues del ensayo (g)	Pérdida Total (%)	Pérdida Corregida (%)
3/8" 9.5 mm	Nº 4 4.75 mm	145.6	15.2	100	94.6	5.4	0.8
Nº 4 4.75 mm	Nº 8 2.36 mm	124.6	13.0	100	93.4	6.6	0.9
Nº 8 2.36 mm	Nº 16 1.18 mm	116.9	12.2	100	92.4	7.6	0.9
Nº 16 1.18 mm	Nº 30 600 µm	121.3	12.7	100	94.3	5.7	0.7
Nº 30 600 µm	Nº 50 300 µm	132.1	13.8	100	86.4	13.6	1.9
Nº 50 300 µm	Nº 100 150 µm	175.6	18.3	100	90.3	9.7	1.8
Nº 100 150 µm		142.6	14.9				
Totales		958.7	100.0	600	551.4		7.0

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO FINO			
ENSAYO/NORMA	REQUERIMIENTO /Manual de carreteras Especificaciones	Resultado	CUMPLE/ NO CUMPLE
1	18	7	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

La durabilidad del agregado fino frente al sulfato de magnesio es de 7%, valor que es mínimo a lo máximo de 18% indicado por la norma EG-3013.

Agregado Fino (VIDRIO)

Absorción Vidrio

Tabla XXVI
Absorción del Vidrio

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	1.884
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	1.888
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	1.891
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.20

CARACTERIZACIÓN DEL VIDRIO COMO AGREGADO FINO			
ENSAYO/NORMA	REQUERIMIENTO (Manual de Carreteras. Especificaciones Tec. Generales 2013)	RESULTADO	CUMPLE/ NO CUMPLE
Absorción MTC E 205	0,5% máx	0.20%	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

Lo calculado corresponde al P_{ss}, P_{sa} y % de absorción del vidrio triturado. En la E.G. 2013, el % de absorción máximo es de 0.5%, aquello significa que el vidrio a usar como agregado fino cumple con lo normado (alcanza un valor de 0.2%).

Equivalente de Arena Vidrio

Tabla XXVII
Equivalente de Arena de Vidrio

MUESTRA N°	1	2	3
TAMAÑO MAXIMA (mm.)	N° 4	N° 4	N° 4
ALTURA MAXIMA DEL MATERIAL FINO (cm.)	6.95	6.70	6.65
ALTURA MAXIMA DE LA ARENA (cm.)	4.50	4.20	4.15
EQUIVALENTE DE ARENA	64.75 %	62.69 %	62.41 %
EQUIVALENTE DE ARENA (EA)	64 %		

CARACTERIZACIÓN DEL VIDRIO COMO AGREGADO FINO			
ENSAYO/NORMA	REQUERIMIENTO (Manual de Carreteras. Especificaciones Tec. Generales 2013)	RESULTADO	CUMPLE/ NO CUMPLE
Equivalente de Arena MTC E 114	60% min	64%	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

El %. de arena en el vidrio a usar como agregado fino es de 64%, valor que supera al 60% indicado por la norma.

Índice de Plasticidad Vidrio

Tabla XXVIII
Equivalente de Arena de Vidrio

Datos de ensayo.	Limite líquido			Limite Plástico		
	12	15	16	20		
N° de tarro	12	15	16	20		
N° de golpes	35	23	14			
Tarro + suelo húmedo	30.6	36.5	40.2	11.5		
Tarro + suelo seco	30.6	36.5	40.2	11.5		
Agua	0	0	0	0		
Peso del tarro	20.6	19.5	21.6	9.10		
Peso del suelo seco	10	17	18.6	2.4		
Porcentaje de humedad	0.00	0.00	0.00	0.00		
CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA						
Limite Líquido				0.00		
Limite Plástico				0.00		
Índice de Plasticidad				0.00		

CARACTERIZACIÓN DEL VIDRIO COMO AGREGADO FINO			
ENSAYO/NORMA	REQUERIMIENTO (Manual de Carreteras. Especificaciones Tec. Generales 2013)	RESULTADO	CUMPLE/ NO CUMPLE
Índice de Plasticidad (Malla N°200) MTC 111	4% máx	NP	-

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó para material pasante por la malla N200, de esta manera resultó ser no plástico, lo que significa que no llegó a superar los 4% máx de índice de plasticidad adecuado por la norma, esto significa que el agregado fino es adecuado según norma EG-2013.

Sales Solubles Totales Vidrio

Tabla XXIX
Sales Solubles Totales de Vidrio

	Muestra usada	g.	50	50
	Agua destilada usada	ml	250	250
01	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		5.00	5.00
02	Número de beaker		1	2
03	Peso de beaker	g.	32.50	32.50
04	Peso de beaker + residuo de sales	g.	32.51	32.51
05	Peso de residuo de sales	(4)-(3) g.	0.01	0.01
06	Volumen de la solución tomada	ml	50	50
07	Constituyentes de sales solubles totales	$[(5) \times (1000000)] / (6) \times (1)$ ppm	1000	1000
08	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(7) / 10000 (%)	0.10	0.10
PROMEDIO (ppm) =			1000	
PROMEDIO (%) =			0.10	

CARACTERIZACIÓN DEL VIDRIO COMO AGREGADO FINO			
ENSAYO/NORMA	REQUERIMIENTO (Manual de Carreteras. Especificaciones Tec. Generales 2013)	RESULTADO	CUMPLE/ NO CUMPLE
Sales Solubles totales MTC E 219	0,5% máx	0.10%	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

Al agregar los reactivos en el vidrio, se observa que existe un 0.15% de sales solubles, cantidad o porcentaje que no supera lo máximo indicado por la norma (0.1%).

Durabilidad Vidrio

Tabla XXX
Durabilidad de Vidrio

Tamaño de los tamices		Gradacion Original (peso)	Gradacion de la muestra Original (%)	Peso de las Fracciones comprendido antes del ensayo (g)	Peso Ret. despues del ensayo (g)	Pérdida Total (%)	Pérdida Corregida (%)
Pasa	Retiene						
3/8"	Nº 4	145.6	15.2	100	94.6	5.4	0.8
9.5 mm	4.75 mm						
Nº 4	Nº 8	124.6	13.0	100	93.4	6.6	0.9
4.75 mm	2.36 mm						
Nº 8	Nº 16	116.9	12.2	100	92.4	7.6	0.9
2.36 mm	1.18 mm						
Nº 16	Nº 30	121.3	12.7	100	94.3	5.7	0.7
1.18 mm	600 µm						
Nº 30	Nº 50	132.1	13.8	100	86.4	13.6	1.9
600 µm	300 µm						
Nº 50	Nº 100	175.6	18.3	100	90.3	9.7	1.8
300 µm	150 µm						
Nº 100		142.6	14.9				
150 µm							
Totales		958.7	100.0	600	551.4		7.0

CARACTERIZACIÓN DEL VIDRIO AGREGADO FINO			
ENSAYO/NORMA	REQUERIMIENTO /Manual de carreteras Especificaciones	Resultado	CUMPLE/ NO CUMPLE
1	18	7	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

La durabilidad del vidrio a incorporar como agregado fino frente al sulfato de magnesio es de 7%, valor que es mínimo a lo máximo de 18% indicado por la norma EG-3013

Agregado Grueso (ACR)**Absorción (ACR)**

Tabla XXXI
Absorción de ACR.

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.439
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.451
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.470
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.51

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO			
ENSAYO	REQUERIMIENTO (Manual de Carreteras. Especificaciones Tec. Generales 2018)	RESULTADO	CUMPLE/ NO CUMPLE
Absorción MTC E 206	1,0 máx.	0.51%	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a lo normado en la E.G. 2013, e % de absorción máximo es de 1%, aquello significa que el agregado concreto reciclado al funcionar como agregado grueso convencional cumple con lo normado.

Abrasión máquina los ángeles (ACR)

Tabla XXXII
Abrasión máquina los ángeles de ACR.

I.- Ensayo de Abrasión	
- Peso inicial antes del ensayo	5000.0
- Peso final después de las 200 revoluciones	4330.0
- Peso final después de las 500 revoluciones	4120.0
II.- Cálculos	
- % de desgaste por abrasión	17.6
- % de uniformidad	0.8

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO			
ENSAYO	REQUERIMIENTO (Manual de Carreteras. Especificaciones Tec. Generales 2018)	RESULTADO	CUMPLE/ NO CUMPLE
Abrasión máquina los angeles MTC E 207	40% máx.	17.60%	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

El % de desgaste por abrasión del ACR como agregado grueso al ser sometido a una carga abrasiva que se generó por 11 esferas con un total de 500 revoluciones, es adecuado pues no llega a superar el 40% indicado por la E.G.-2013

Sales Solubles Totales

Tabla XXXIII
Sales Solubles Totales de ACR.

		Muestra usada	g	50	50
		Agua destilada usada	mi	250	250
01	Relación de la mezcla suelo - agua destilada			5.00	5.00
02	Número de beaker			1	2
03	Peso de beaker	g		32.60	32.60
04	Peso de beaker + residuo de sales	g		32.65	32.65
05	Peso de residuo de sales	(4)-(3)	g	0.05	0.05
06	Volumen de la solución tomada		mi	50	50
07	Constituyentes de sales solubles totales	$[(5) \times (1000000)] / (6) \times (1)$	ppm	5000	5000
08	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(7) / 10000	(%)	0.50	0.50
				PROMEDIO (ppm) =	5000
				PROMEDIO (%) =	0.50

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO			
ENSAYO	REQUERIMIENTO (Manual de Carreteras. Especificaciones Tec. Generales 2018)	RESULTADO	CUMPLE/ NO CUMPLE
Sales Solubles Totales MTC E 219	0,5% máx.	0.50%	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

Al incorporar los reactivos químicos en la muestra, se pudo determinar el porcentaje de sales solubles presente, el cual fue 0.5%, siendo similar al 0.5% indicado por la norma EG-2013.

Durabilidad

Tabla XXXIV
Durabilidad de ACR.

Tamaño de los tamices		Gradacion Original (peso)	'(1) Gradacion de la Muestra Originales (%)	'(2) Peso de las Fracciones comprendido antes del ensayo (g)	'(3) Nº de Particulas	'(4) Peso Ret. despues del ensayo (g)	'(5) Pérdida Total (%)	'(6) Pérdida Corregida (%)	'(7) Nº de Particulas
Pasa	Retiene								
2 1/2" 63 mm	2" 50 mm	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0
2" 50 mm	1 1/2" 37.5 mm	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0
1 1/2" 37.5 mm	3/4" 19 mm	1754	73.7	0	0	0			0
3/4" 19 mm	1/2" 12.5 mm	325	13.6	167.7	23	136.5	18.6	2.5	16
1/2" 12.5 mm	3/8" 9.5 mm	178.6	7.5	87.4	23	56.2	35.7	2.7	14
3/8" 9.5 mm	Nº 4 4.75 mm	123.4	5.2	55.7	23	41.5	25.5	1.3	
Totales		2381	100.0	310.8		234.2		6.5	

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO COMO AGREGADO GRUESO			
ENSAYO	REQUERIMIENTO (Manual de Carreteras. Especificaciones Tec. Generales 2018)		CUMPLE/ NO CUMPLE
	REQUERIMIENTO	RESULTADO	
Durabilidad (Al sulfato de magnesio) MTC E 214	18% máx	6.50%	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

Se evaluó la durabilidad del agregado compuesto reciclado utilizado como agregado grueso, la cual es de 7.2%, adecuado ya que cumple con la durabilidad máxima en porcentaje de 18 dado por la norma EG-2013.

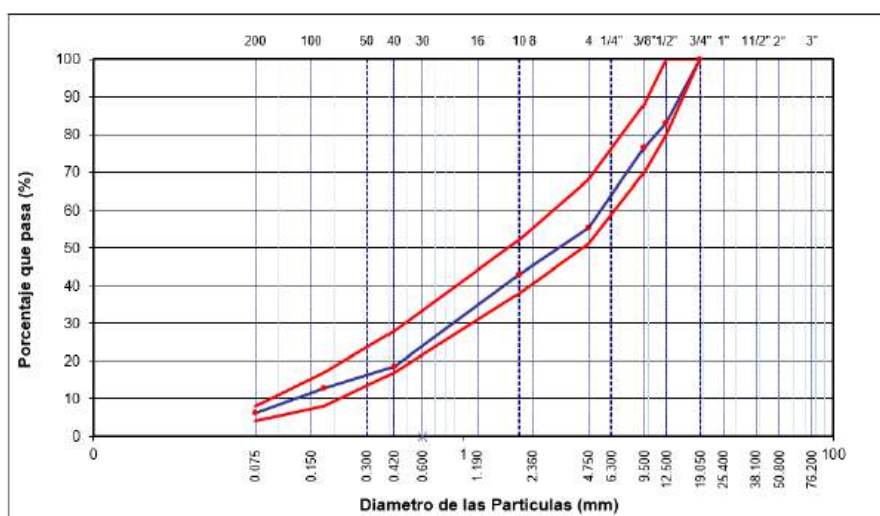
Diseño de MAC – Método Marshall (TRÁFICO LIGERO)

Diseño de MAC Convencional

Tabla XXXV

Combinación de Agregados para MAC convencional (TRÁFICO LIGERO)

TAMIZ	AASHTOT-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					MAC - 2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	545	17.0	17.0	83.0	80 100	
3/8"	9.500	204	6.4	23.4	76.6	70 88	
Nº 4	4.750	683	21.3	44.8	55.3	51 68	
Nº 10	2.000	395.0	12.4	57.1	42.9	38 52	Observación:
Nº 40	0.425	777.0	24.4	81.5	18.5	17 28	
Nº 80	0.177	180.0	5.7	87.2	12.8	8 17	
Nº 200	0.075	210.0	6.6	93.8	6.2	4 8	
< Nº 200	FONDO	160.0	5.0	98.8			



Gráfica 1 Curva granulométrica de agregados para MAC convencional (TRÁFICO LIGERO)

Tabla XXXVI
Diseño de MAC convencional con los agregados extraídos
(TRÁFICO LIGERO)

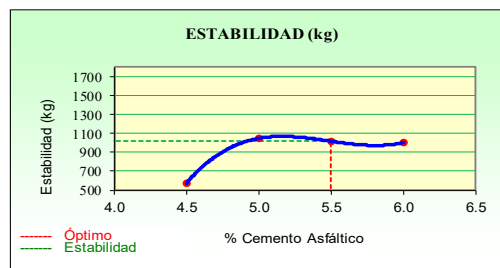
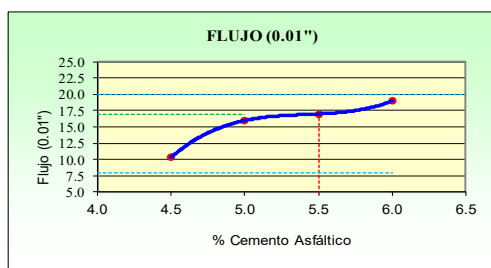
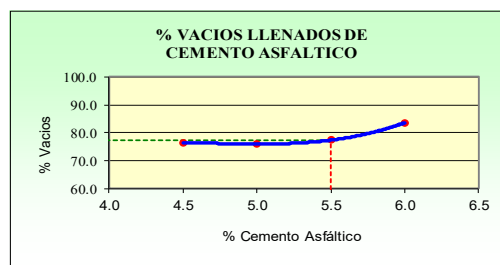
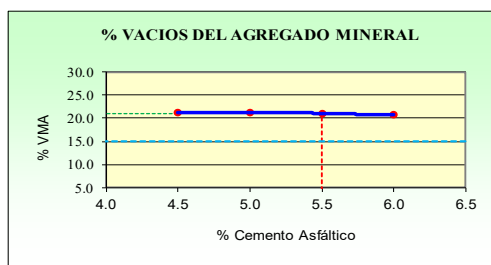
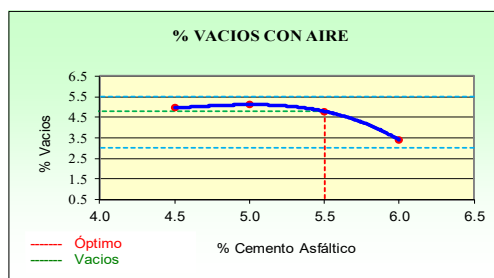
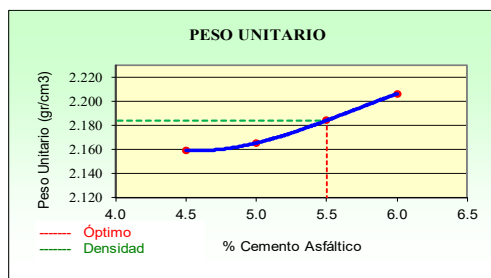
DISEÑO CONVENCIONAL				
PEN	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
Grava Triturada	42.74%	42.51%	42.29%	42.07%
Arena	51.81%	51.54%	51.27%	51.00%
Filler (1%)	0.96%	0.95%	0.95%	0.94%

Bajo el análisis realizado, se puede observar que la cantidad adecuada a combinar grava triturada y de arena es de 45% y 54% respectivamente, de esta manera se cumple el MAC 2.

Resultados del Ensayo Marshall

Tabla XXXVII
Resultados del diseño de mezcla patrón (TRÁFICO LIGERO)

Relación Pen- Filler	Peso Unitario (gr/cm ³)	RESULTADOS				Estabilidad (Kg)	Relación Polvo Asfalto	Relación Estabilidad Flujo
		Vacios (%)	Vacios del agregado Mineral (%)	Vacios Llenados de C.A (%)	Flujo (mm)			
1% -4.5%	2.16	4.96	21.14	76.56	2.62	573.43	0.72	2195.75
1% -5%	2.17	5.12	21.33	76.02	4.06	1048.00	0.80	2584.95
1% -5.5%	2.18	4.79	21.07	77.43	4.32	1017.60	0.88	2362.61
1% -6%	2.21	3.41	20.69	83.62	4.83	1002.67	0.97	2082.47



RE S U L T A D O S	
Optimo Contenido C.A	5.5
Peso Unitario (gr/cm ³)	2.184
Vacios (%)	4.79
Vacios del Agregado mineral (%)	21.07
Vacios Llenados de C.A (%)	77.43
Flujo (mm)	4.32
Estabilidad (Kg)	1018
Relación estabilidad - flujo (kg/cm)	2363
Relación Polvo-Asfalto	0.88

Gráfica 2 Resultados de los parámetros ensayados con diferentes contenidos de asfalto (TRÁFICO LIGERO)

Como se puede observar Gráfica 2, el contenido óptimo de asfalto es de 5.5% para el diseño de un tráfico ligero.

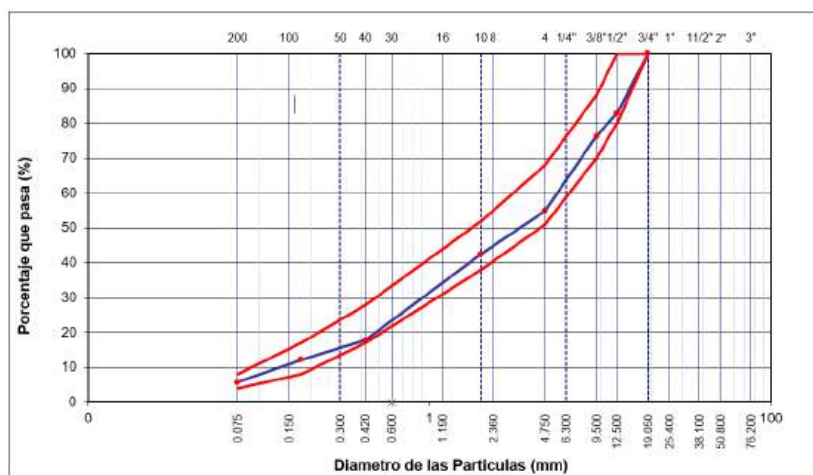
Diseño de la mezcla con la incorporación de Vidrio Triturado como agregado fino y ACR como agregado grueso (TRÁFICO LIGERO)

Diseño de la mezcla modificada

Tabla XXXVIII

Resultados de la granulometría combinada para el diseño con 5 % de Vidrio y 30% de ACR (TRÁFICO LIGERO)

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					MAC - 2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	546	17.1	17.1	82.9	80 100	
3/8"	9.500	210	6.6	23.6	76.4	70 88	
Nº 4	4.750	687	21.5	45.1	54.9	51 68	
Nº 10	2.000	398.9	12.4	57.5	42.5	38 52	Observación:
Nº 40	0.425	789.8	24.6	82.2	17.8	17 28	
Nº 80	0.177	180.9	5.6	87.8	12.2	8 17	
Nº 200	0.075	206.6	6.4	94.3	5.7	4 8	
< Nº 200	FONDO	170.0	5.3	99.6			



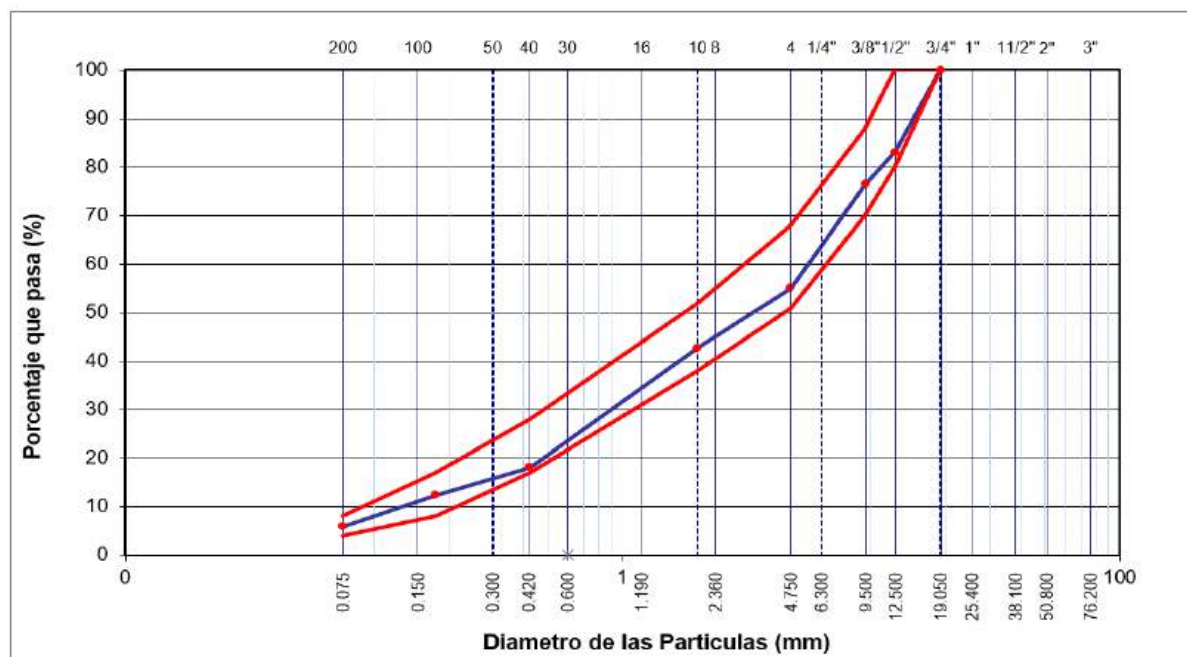
Gráfica 3 Curva granulométrica de agregados para MAC modificada con 5 % de Vidrio y 30% de ACR (TRÁFICO LIGERO)

Con la incorporación del 5% de vidrio como agregado fino y del 30% del agregado compuesto reciclado como agregado grueso, se observa una pequeña variación respecto a la curva granulométrica sin la incorporación de estos, por lo que resultan adecuados para la MAC-2.

Tabla XXXIX

Resultados de la granulometría combinada para el diseño con 10 % de Vidrio y 30% de ACR (TRÁFICO LIGERO)

TAMIZ	MSHO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					MAC-2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	542	6.6	16.9	83.1	80 100	
3/8"	9.500	211	6.6	23.5	76.5	70 88	
Nº 4	4.750	667	21.5	45.0	55.0	51 68	
Nº 10	2.000	392.0	12.2	57.3	42.7	38 52	Observación:
Nº 40	0.425	788.0	24.6	81.9	18.1	17 28	
Nº 80	0.177	182.0	5.7	87.6	12.4	8 17	
Nº 200	0.075	208.0	6.5	94.1	5.9	4 8	
< Nº 200	FONDO	181.0	5.7	99.7			

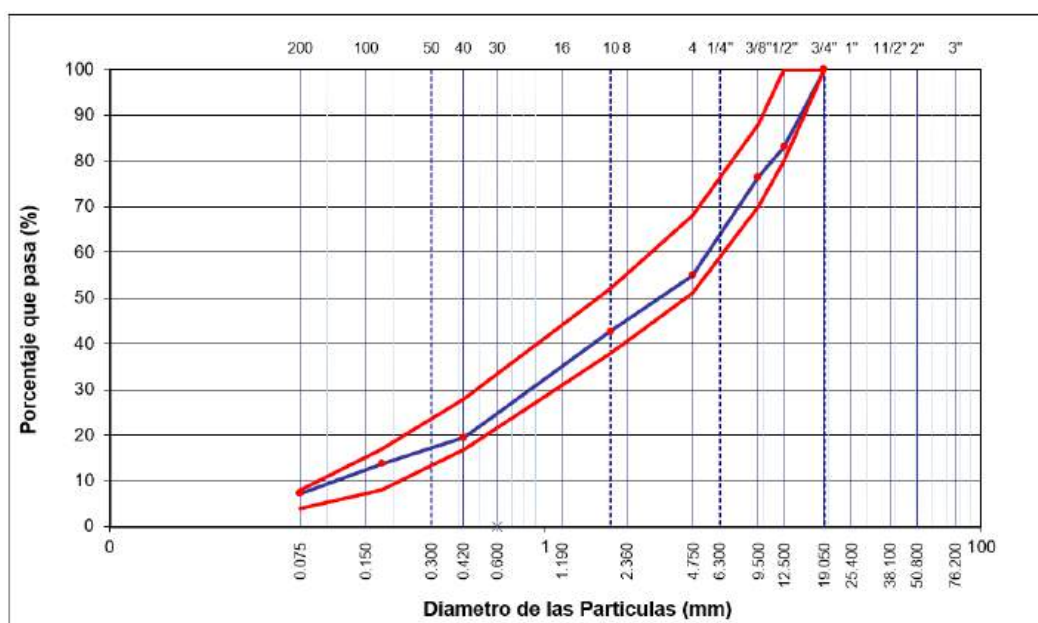


Gráfica 4 Curva granulométrica de agregados para MAC modificada con 10 % de Vidrio y 30% de ACR (TRÁFICO LIGERO)

Al incorporar 10% de vidrio como agregado fino y del 30% del agregado compuesto reciclado como agregado grueso, se observa una pequeña variación respecto a la curva granulométrica sin la incorporación de estos, por lo que resultan adecuados para la MAC-2.

Tabla XL
Resultados de la granulometría combinada para el diseño con 15 % de Vidrio y 30% de ACR
(TRÁFICO LIGERO)

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
3"	76.200					MAC - 2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	542	16.9	16.9	83.1	80 100	
3/8"	9.500	211	6.6	23.5	76.5	70 88	
Nº 4	4.750	690	21.6	45.1	54.9	51 68	
Nº 10	2.000	392.0	12.2	57.3	42.7	38 52	Observación:
Nº 40	0.425	745.0	23.2	80.6	19.4	17 28	
Nº 80	0.177	182.0	5.7	86.2	13.8	8 17	
Nº 200	0.075	210.0	6.6	92.8	7.2	4 8	
< Nº 200	FONDO	215.0	6.7	99.5			



Gráfica 5 Curva granulométrica de agregados para MAC modificada con 10 % de Vidrio y 30% de ACR (TRÁFICO LIGERO)

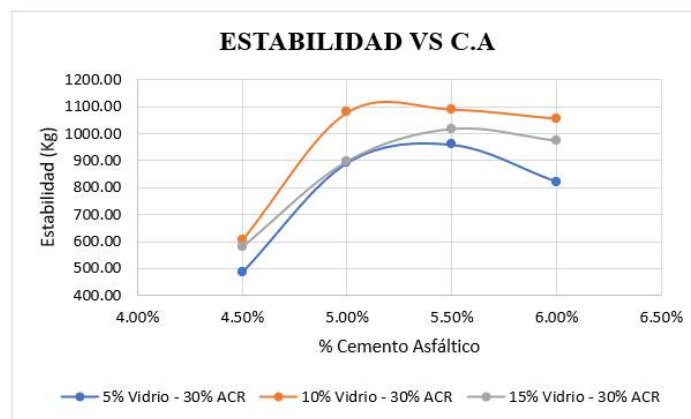
Incorporando 15% de vidrio como agregado fino y del 30% del agregado compuesto reciclado como agregado grueso, se observa una pequeña variación respecto a la curva granulométrica sin la incorporación de estos, por lo que resultan adecuados para la MAC-2.

Diseño de mezcla para las briquetas con adición

Tabla XLI
Diseño de mezcla para las mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO)

5 % Vidrio - 30% ACR				
PEN	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
Grava Triturada	43.07%	42.85%	42.62%	42.39%
Arena	51.47%	51.20%	50.93%	50.67%
Filler (1%)	0.96%	0.95%	0.95%	0.94%
10 % Vidrio - 30% ACR				
PEN	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
Grava Triturada	42.98%	42.75%	42.53%	42.30%
Arena	51.57%	51.30%	51.03%	50.76%
Filler (1%)	0.96%	0.95%	0.95%	0.94%
15 % Vidrio - 30% ACR				
PEN	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
Grava Triturada	43.06%	42.84%	42.61%	42.39%
Arena	51.48%	51.21%	50.94%	50.67%
Filler (1%)	0.96%	0.95%	0.95%	0.94%

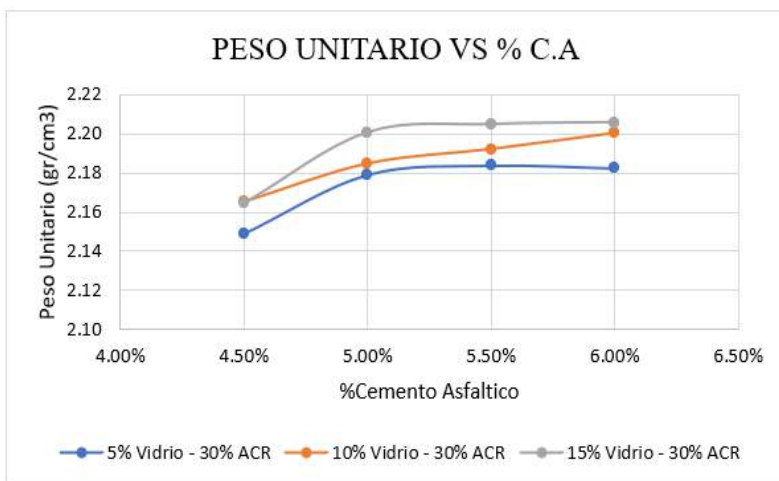
A partir del diseño de mezcla determinado, tal y como se ve en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, los valores obtenidos de estabilidad, peso unitario, % de vacíos con aire, % de vacíos del agregado mineral, % de vacíos llenos de CA, flujo (0.01”), relación flujo/estabilidad son los siguientes:



Gráfica 6 Estabilidad VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO)

Tabla XLII
Resultados de Estabilidad según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO)

ESTABILIDAD				
%C.A	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
5% Vidrio - 30% ACR	486.00	892.33	960.27	822.47
10% Vidrio - 30% ACR	607.73	1079.40	1090.93	1056.45
15% Vidrio - 30% ACR	580.00	897.87	1017.55	974.00



Gráfica 7 Peso Unitario VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO)

Tabla XLIII
Resultados de Peso Unitario según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO)

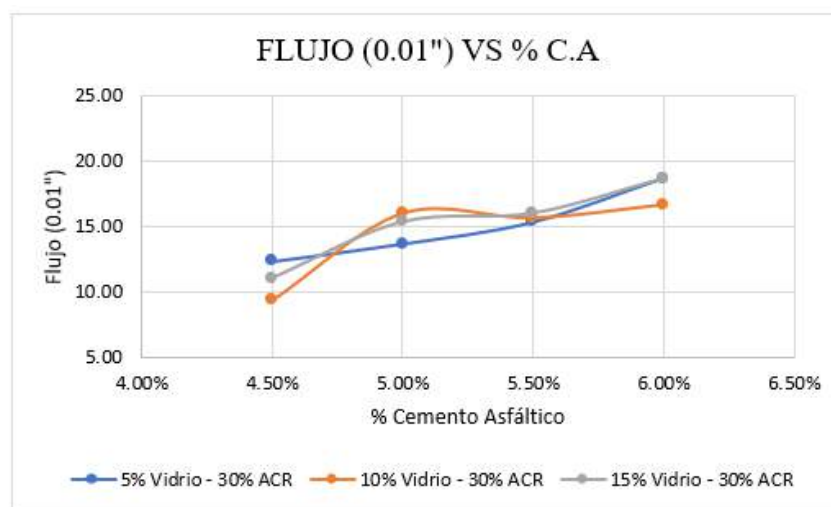
PESO UNITARIO				
%C.A	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
5% Vidrio - 30% ACR	2.15	2.18	2.18	2.18
10% Vidrio - 30% ACR	2.17	2.18	2.19	2.20
15% Vidrio - 30% ACR	2.16	2.20	2.20	2.21



Gráfica 8 % de vacíos VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO)

Tabla XLIV
Resultados de % de vacíos según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales
(TRÁFICO LIGERO)

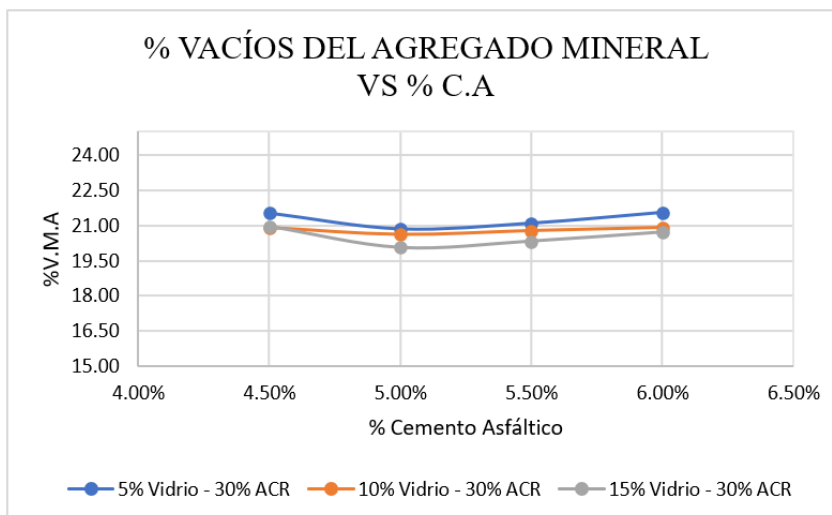
% de Vacíos				
%C.A	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
5% Vidrio - 30% ACR	5.12	5.24	4.80	4.01
10% Vidrio - 30% ACR	4.38	4.99	4.44	3.23
15% Vidrio - 30% ACR	4.44	4.30	3.89	2.98



Gráfica 9 Flujo (0.01") VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales
(TRÁFICO LIGERO)

Tabla XLV
Resultados de flujo (0.01%) según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales
(TRÁFICO LIGERO)

FLUJO (0.01")				
%C.A	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
5% Vidrio - 30% ACR	12.33	13.67	15.33	18.67
10% Vidrio - 30% ACR	9.33	16.00	15.67	16.67
15% Vidrio - 30% ACR	11.00	15.33	16.00	18.67

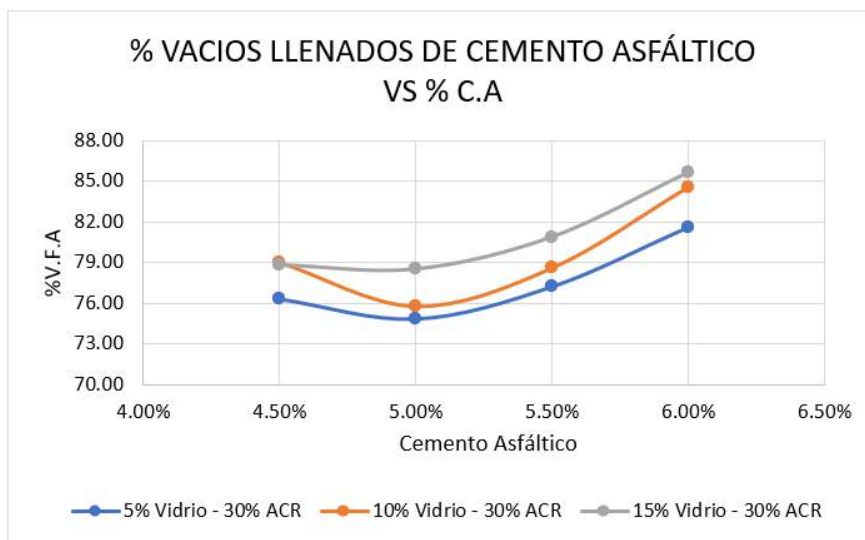


Gráfica 10 % de vacíos del agregado mineral VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO)

Tabla XLVI

Resultados de vacíos del agregado mineral según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO)

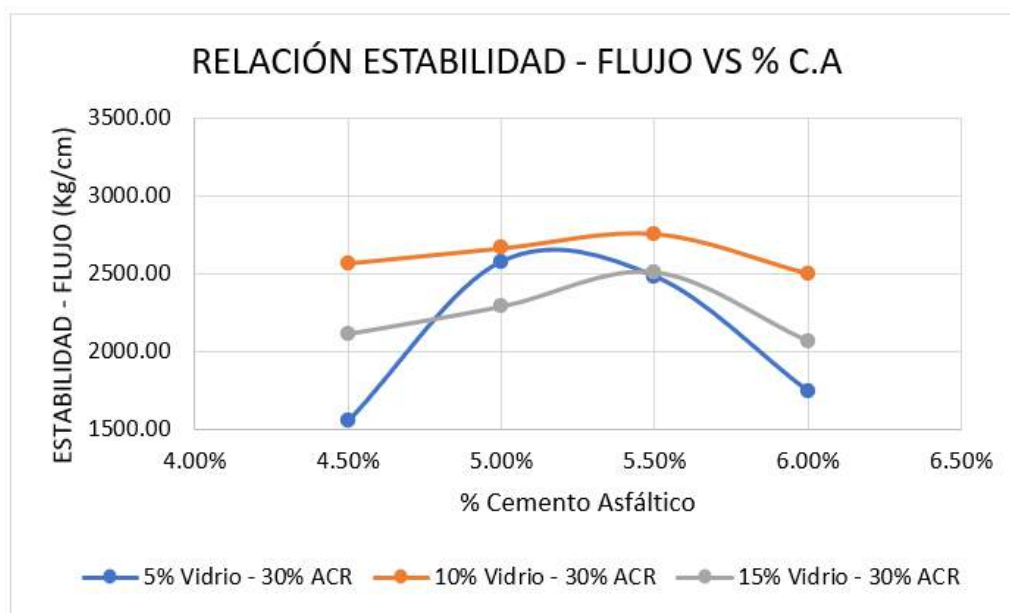
% VACIOS DEL AGREGADO MINERAL (V.M.A)				
%C.A	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
5% Vidrio - 30% ACR	21.52	20.84	21.09	21.55
10% Vidrio - 30% ACR	20.91	20.63	20.78	20.91
15% Vidrio - 30% ACR	20.96	20.06	20.33	20.72



Gráfica 11 % de vacíos llenos de CA VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO)

Tabla XLVII
Resultados de % de vacíos llenos de CA según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO)

% Vacíos Llenados de Cemento Asfáltico (V.F.A)				
%C.A	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
5% Vidrio - 30% ACR	76.33	74.85	77.24	81.65
10% Vidrio - 30% ACR	79.06	75.82	78.63	84.58
15% Vidrio - 30% ACR	78.85	78.55	80.90	85.62



Gráfica 12 Relación estabilidad flujo VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO)

Tabla XLVIII
Resultados de relación estabilidad flujo según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO)

RELACIÓN ESTABILIDAD - FLUJO				
%C.A	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
5% Vidrio - 30% ACR	1548.64	2575.21	2477.69	1737.03
10% Vidrio - 30% ACR	2565.80	2662.52	2754.87	2499.28
15% Vidrio - 30% ACR	2108.57	2285.26	2506.57	2060.94

Óptimo contenido de CA con la Incorporación de Vidrio Triturado como Agregado Fino y ACR como agregado Grueso

Tabla XLIX

Resumen de resultados obtenidos en los parámetros a evaluar de las mezclas modificadas TRÁFICO LIGERO

PARÁMETROS	UNIDAD	DATOS OBTENIDOS (GRÁFICAS) ÓPTIMOS			REQUERIMIENTO (EG - 2013)	CUMPLE/NO CUMPLE
		V - 5% - ACR 30%	V - 10% - ACR 30%	V - 15% - ACR 30%		
		C.A (5.5%)	C.A (5.5%)	C.A (5.5%)		
Vacios de Aire	%	4.80	4.44	3.89	3 - 5	CUMPLE
Vacios del Agregado Mineral (V.M.A)	%	21.09	20.78	20.33	15 min	CUMPLE
Vacios llenado de Cemento Asfáltico (V.F.A)	%	77.24	78.63	80.90	-	CUMPLE
Estabilidad	Kg	960.27	1090.93	1017.55	431.33 min	CUMPLE
Flujo	mm	3.89	3.98	4.06	2 - 5	CUMPLE
Relación Estabilidad - Flujo	kg/cm	2477.69	2754.87	2506.57	1700 - 4000	CUMPLE
Relación Polvo - Asfalto	-	0.96	0.93	0.76	0.6 - 1.3	CUMPLE

En base a los parámetros analizados según las gráficas y al porcentaje de agregados incorporados, se logra verificar que el % adecuado al reemplazar parcialmente del agregado fino es el vidrio al 10%, mientras que respecto al agregado grueso el % adecuado es del 30% de agregado compuesto reciclado considerando un 5.5% de CA a tener en cuenta en la elaboración de las briquetas.

Ensayo RICE (TRÁFICO LIGERO)

Tabla L

Peso específico teórico máximo según el contenido de asfalto de las muestras patrones

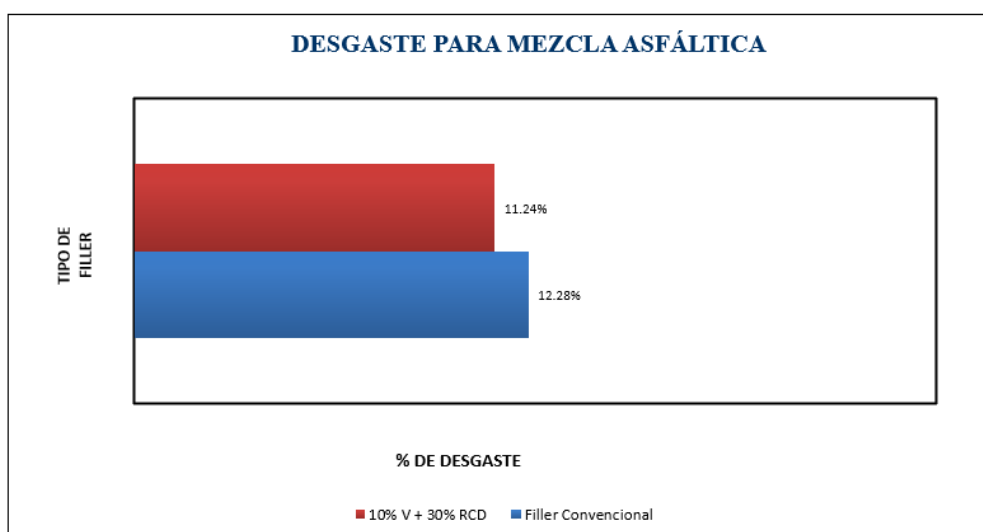
PORCENTAJE DE ASFALTO	5%	5.0%	6%	6.0%
1.- PESO DEL FRASCO	725	725	733	731
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2560	2560	2568	2570
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	1900	1903	1914	1913
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3400.0	3403.0	3414.0	3413.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1500	1500	1500	1500
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	660	657	654	657
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.272	2.282	2.294	2.284

CANTABRO (TRÁFICO LIGERO) T 25°C

Tabla LI

% de desgaste a 25°C de mezclas asfálticas convencionales y mezclas experimentales conformadas por el contenido óptimo de agregados adicionales (10% de vidrio molido + 30% de ACR) – TRÁFICO LIGERO

ENSAYO CANTABRO DE DESGASTE PARA MEZCLAS								
N° DE BRIQUETA	TIPO DE FILLER	% OPTIMO DE AGREGADO	N° DE REVOLUCIONES	TEMPERATURA °C	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DESGASTE	PROMEDIO
1	CONVENCIONAL	-	300	25°	1150.00	995	13.48%	12.28%
2	CONVENCIONAL	-	300	25°	1105.00	985	10.86%	
3	CONVENCIONAL	-	300	25°	1124.00	970	13.70%	
4	CONVENCIONAL	-	300	25°	1136.00	1010	11.09%	
1	ADICIÓN	10% V+30 ACR%	300	25°	1121.00	995	11.24%	11.24%
2	ADICIÓN	10% V+30 ACR%	300	25°	1105.00	1015	8.14%	
3	ADICIÓN	10% V+30 ACR%	300	25°	1126.00	1010	10.30%	
4	ADICIÓN	10% V+30 ACR%	300	25°	1180.00	1000	15.25%	



Gráfica 13 Comparación de desgaste entre mezcla patrón y mezcla experimental más óptima a 25°C TRÁFICO LIGERO

De acuerdo a la sección 433.25 de EG-2013, el % de desgaste máximo que deberán presentar las muestras a ensayar será del 20%, tanto la convencional como la modificada cumplen con este requisito. Además, de la Gráfica 13 se observa que la mezcla óptima presenta un desgaste

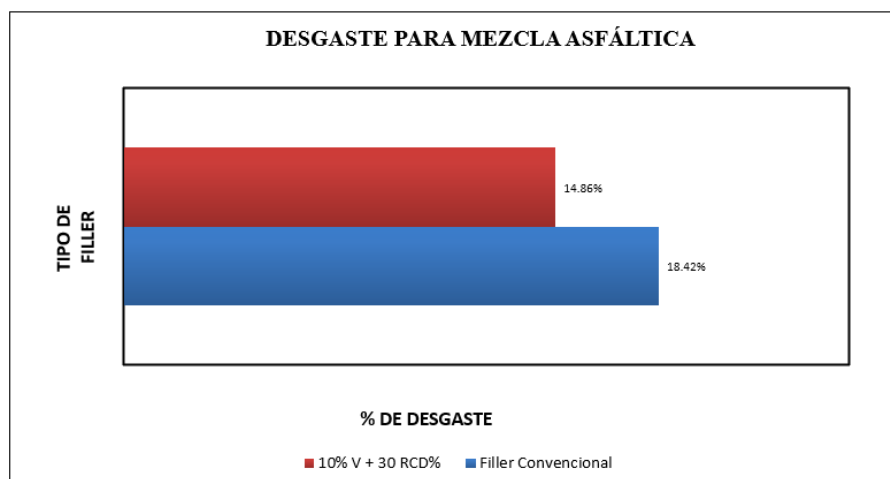
a la abrasión (11.24%) en un 9% menor a la mezcla convencional (12.28%) al realizar el ensayo de cántabro a 25°C para tráfico ligero.

CANTABRO (TRÁFICO LIGERO) T 60°C

Tabla LII

% de desgaste a 60°C de mezclas asfálticas convencionales y mezclas experimentales conformadas por el contenido óptimo de agregados adicionados (10% de vidrio molido + 30% de ACR) – TRÁFICO LIGERO

ENSAYO CÁNTABRO DE DESGASTE PARA MEZCLAS								
N° DE BRIQUETA	TIPO DE FILLER	% OPTIMO DE AGREGADO	N° DE REVOLUCIONES	TEMPERATURA °C	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DESGASTE	PROMEDIO
1	CONVENCIONAL	-	300	60°	1150.00	995	13.48%	18.42%
2	CONVENCIONAL	-	300	60°	1105.00	880	20.36%	
3	CONVENCIONAL	-	300	60°	1124.00	865	23.04%	
4	CONVENCIONAL	-	300	60°	1136.00	945	16.81%	
1	ADICIÓN	10% V+30 ACR%	300	60°	1121.00	950	15.25%	14.86%
2	ADICIÓN	10% V+30 ACR%	300	60°	1105.00	965	12.67%	
3	ADICIÓN	10% V+30 ACR%	300	60°	1126.00	1000	11.19%	
4	ADICIÓN	10% V+30 ACR%	300	60°	1180.00	940	20.34%	



Gráfica 14 Comparación de desgaste entre mezcla patrón y mezcla experimental más óptima a 60°C TRÁFICO LIGERO

De acuerdo a la sección 433.25 de EG-2013, el % de desgaste máximo que deberán presentar las muestras a ensayar será del 20%, tanto la convencional como la modificada cumplen con este requisito. Además, de la Gráfica 14 se observa que la mezcla propuesta presenta un

desgaste a la abrasión (14.86%) en un 19% menor a la mezcla convencional (18.42%) al realizar el ensayo de cántabro a 60°C para tráfico ligero.

ENSAYO LOTTMAN MODIFICADO DE MEZCLA CONVENCIONAL (TRÁFICO LIGERO)

Tabla LIII
Ensayo de Lottman modificado de mezcla convencional (TRÁFICO LIGERO)

Muestra Saturada en Vacíos con 19 a 28" Hg. - De 5 a 15 min. En Agua Destilada a 25 °C										
B'	SSD de la Muestra	gr	1140.50	1155.00	1130.00					NO SE EJECUTA
C'	Peso de la Muestra en Agua	gr	660.00	670.00	687.00					
E'	Volumen de la Muestra (B' - C')	cc	480.5	485.0	443.0					
J'	Volumen de Agua de Absorción (B' - A)	cc	29.7	30.0	12.0					
-	Saturación (100*J'/I)	%	72.9	74.4	66.9					
-	Hinchamiento (E' - E)*100/E	%	4.43	4.30	0.68					
Condiciones de Saturación Por 24 Hrs. En Agua a 60 °C - Baño de María										
t"	Espesor	cm	6.8	6.9	6.7					NO SE EJECUTA
B"	SSD de la Muestra	gr	1150.00	1249.00	1160.00					
C"	Peso de la Muestra en Agua	gr	565.00	542.00	551.00					
E"	Volumen (B" - C")	cc	585.0	707.0	609.0					
J"	Volumen de Agua de Absorción (B" - A)	cc	39.2	124.0	42.0					
-	Saturación (100*J"/I)	%	96.2	307.7	234.1					
-	Hinchamiento (E" - E)*100/E	%	25.99	49.90	38.15					
-	Carga Máxima Kg	kg	280	290	275	280	360.0	380		
-	Carga Máxima N	N	2746.800	2844.900	2697.750	2763.150	2746.800	3531.600	3727.800	3335.4
-	Fuerza Tensible KPA	kg/cm2	2.58	2.63	2.57	2.60	2.66	3.37	3.50	3.18

Tabla LIV
TRS de mezcla convencional (TRÁFICO LIGERO)

RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSIÓN (TRS) =	81.723%
--------------------------------------	---------

ENSAYO LOTTMAN MODIFICADO DE % ÓPTIMO DE ADICIÓN 10% DE VIDRIO Y 30% DE ACR (TRÁFICO LIGERO)

Tabla LV
Ensayo de Lottman modificado de mezcla experimental con el % óptimo de adición (TRÁFICO LIGERO)

Muestra Saturada en Vacíos con 19 a 28" Hg. - De 5 a 15 min. En Agua Destilada a 25 °C										
B'	SSD de la Muestra	gr	1150.50	1145.00	1135.00					NO SE EJECUTA
C'	Peso de la Muestra en Agua	gr	670.00	670.00	687.00					
E'	Volumen de la Muestra (B' - C')	cc	480.5	475.0	448.0					
J'	Volumen de Agua de Absorción (B' - A)	cc	34.7	30.0	15.0					
-	Saturación (100*J'/I)	%	79.1	76.8	78.2					
-	Hinchamiento (E' - E)*100/E	%	3.31	3.26	1.36					
Condiciones de Saturación Por 24 Hrs. En Agua a 60 °C - Baño de María										
t"	Espesor	cm	6.6	6.7	6.8					NO SE EJECUTA
B"	SSD de la Muestra	gr	1150.00	1249.00	1160.00					
C"	Peso de la Muestra en Agua	gr	565.00	542.00	551.00					
E"	Volumen (B" - C")	cc	585.0	707.0	609.0					
J"	Volumen de Agua de Absorción (B" - A)	cc	34.2	134.0	40.0					
-	Saturación (100*J"/I)	%	77.9	342.9	208.5					
-	Hinchamiento (E" - E)*100/E	%	24.95	52.00	37.28					
-	Carga Máxima Kg	kg	290	280	290	320	350.0	360		
-	Carga Máxima N	N	2844.900	2746.800	2844.900	2812.200	3139.200	3433.500	3531.600	3368.1
-	Fuerza Tensible KPA	kg/cm2	2.75	2.62	2.67	2.68	3.03	3.31	3.30	3.21

Tabla LVI
 TRS de mezcla experimental con el % óptimo de adición (TRÁFICO LIGERO)

RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSIÓN (TRS) =	83.443%
--------------------------------------	---------

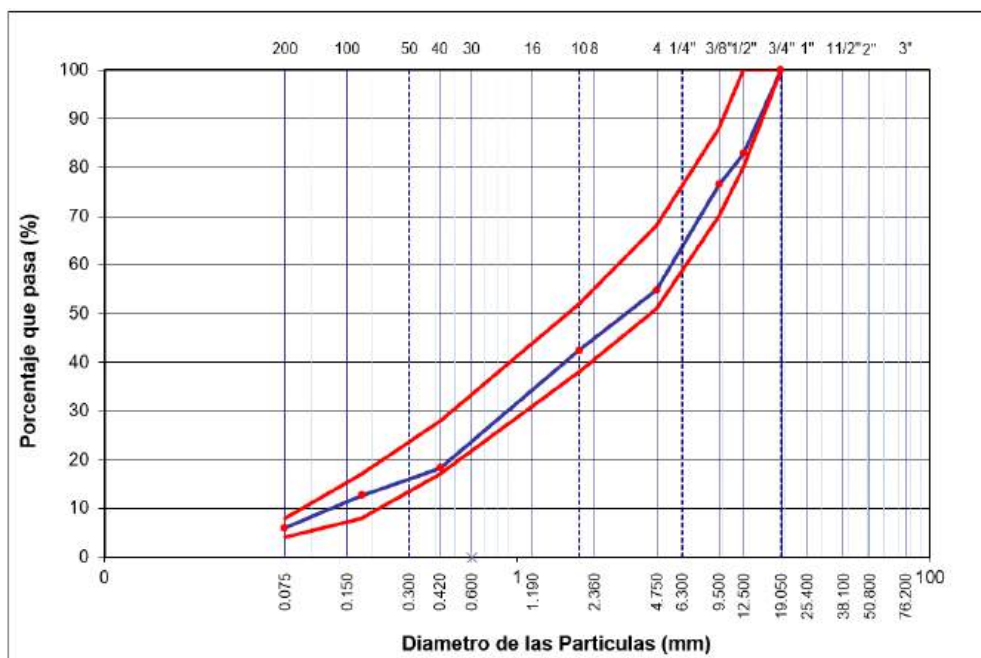
El valor mínimo aceptado para TRS (Razón de esfuerzo a tensión) es de 80%. Ambas mezclas superan este valor, por otro lado la mezcla óptima (81.723%) supera en 2.1% a la patrón (83.44%) para el tráfico ligero.

Diseño de Mezclas Asfálticas – Método Marshall (TRÁFICO PESADO)

Diseño de MAC Convencional

Tabla LVII
 Combinación de Agregados para MAC convencional (TRÁFICO PESADO)

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					MAC - 2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	549	17.2	17.2	82.8	80 100	
3/8"	9.500	205	6.4	23.6	76.4	70 88	
Nº 4	4.750	690	21.6	45.1	54.9	51 68	
Nº 10	2.000	398.0	12.4	57.5	42.5	38 52	Observación:
Nº 40	0.425	775.0	24.2	81.7	18.3	17 28	
Nº 80	0.177	180.0	5.6	87.3	12.7	8 17	
Nº 200	0.075	215.0	6.7	94.0	6.0	4 8	
< Nº 200	FONDO	180.0	5.6	99.6			



Gráfica 15 Curva granulométrica de agregados para MAC convencional (TRÁFICO PESADO)

Tabla LVIII
Diseño de MAC convencional con los agregados extraídos (TRÁFICO PESADO)

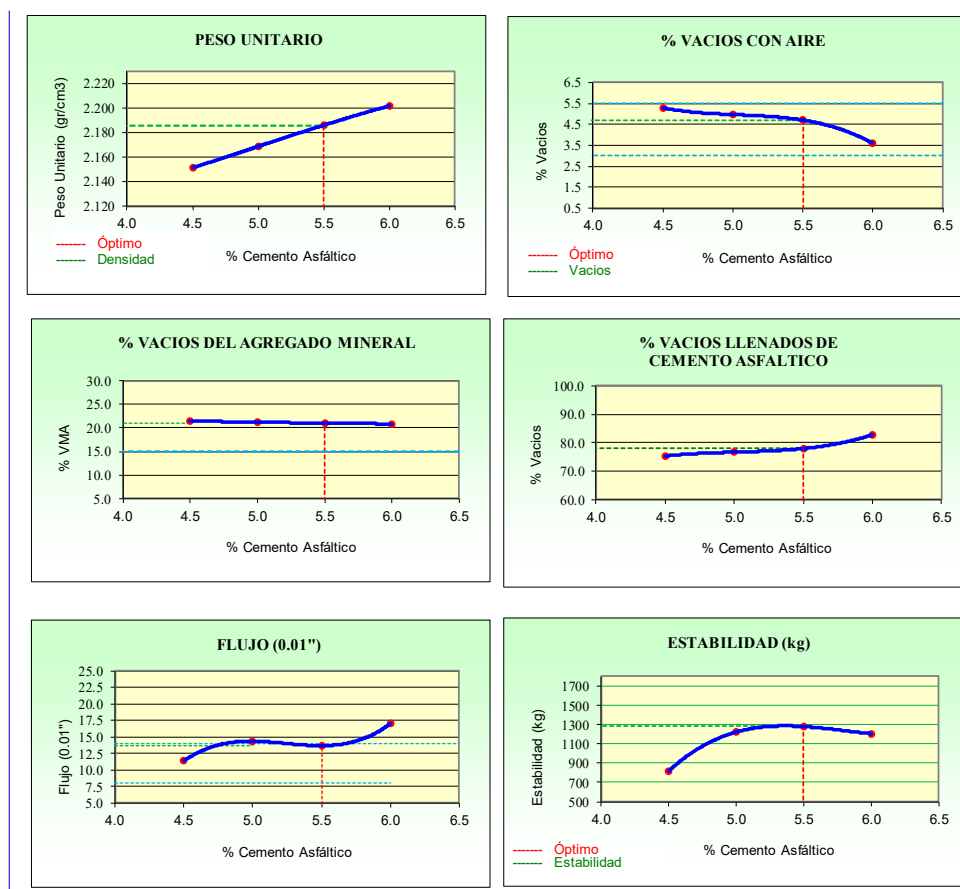
DISEÑO CONVENCIONAL				
PEN	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
Grava Triturada	43.03%	42.87%	42.64%	42.42%
Arena	51.45%	51.18%	50.91%	50.64%
Filler (1%)	0.96%	0.95%	0.95%	0.94%

Bajo el análisis realizado, se puede observar que la cantidad adecuada a combinar grava triturada y de arena es de 45% y 54% respectivamente, de esta manera se cumple el MAC 2.

Resultado del Ensayo Marshall

Tabla LIX
Resultados del diseño de mezcla patrón (TRÁFICO PESADO)

Relación Pen- Filler	RESULTADOS							
	Peso Unitario (gr/cm ³)	Vacios (%)	Vacios del agregado Mineral (%)	Vacios Llenados de C.A (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (Kg)	Relación Polvo Asfalto	Relación Estabilidad Flujo
1% -4.5%	2.15	5.30	21.43	75.35	2.88	813.13	0.75	2839.44
1% -5%	2.17	4.97	21.22	76.73	3.64	1222.53	0.84	3360.60
1% -5.5%	2.19	4.71	21.01	77.99	3.47	1280.26	0.92	3708.98
1% -6%	2.20	3.60	20.86	82.86	4.32	1207.07	1.00	2803.10



RESULTADOS	
Optimo Contenido C.A	5.5
Peso Unitario (gr/cm ³)	2.186
Vacios (%)	4.71
Vacios del Agregado mineral (%)	21.01
Vacios Llenados de C.A (%)	77.99
Flujo (mm)	3.47
Estabilidad (Kg)	1280
Relación estabilidad - flujo (kg/cm)	3709
Relación Polvo-Asfalto	0.92

Gráfica 16 Resultados de los parámetros ensayados con diferentes contenidos de asfalto (TRÁFICO PESADO)

Como se puede observar Gráfica 16, el óptimo contenido de asfalto resulta de 5.5% para el diseño de mezcla de un tráfico ligero, pues cumple con lo indicado en la EG-2013.

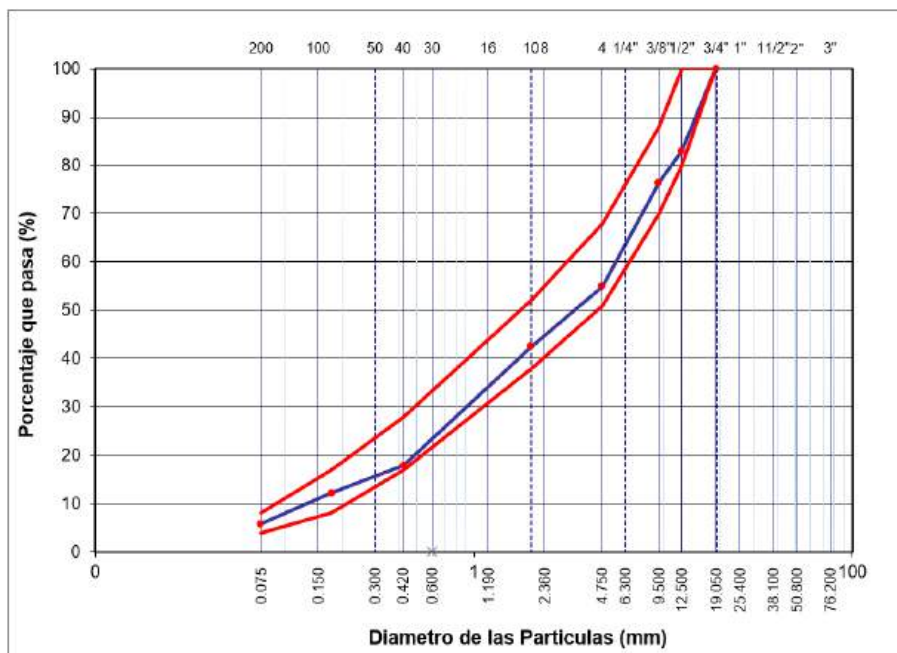
Diseño de la mezcla al incorporar Vidrio Triturado como agregado fino y ACR como agregado grueso (TRÁFICO PESADO)

Diseño de la mezcla modificada

Tabla LX

Resultados de la granulometría combinada para el diseño con 5 % de Vidrio y 30% de ACR (TRÁFICO PESADO)

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
3"	76.200					MAC - 2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	546	17.1	17.1	82.9	80 100	
3/8"	9.500	210	6.6	23.6	76.4	70 88	
Nº 4	4.750	687	21.5	45.1	54.9	51 68	
Nº 10	2.000	398.9	12.4	57.5	42.5	38 52	Observación:
Nº 40	0.425	789.8	24.6	82.2	17.8	17 28	
Nº 80	0.177	180.9	5.6	87.8	12.2	8 17	
Nº 200	0.075	206.6	6.4	94.3	5.7	4 8	
< Nº 200	FONDO	170.0	5.3	99.6			



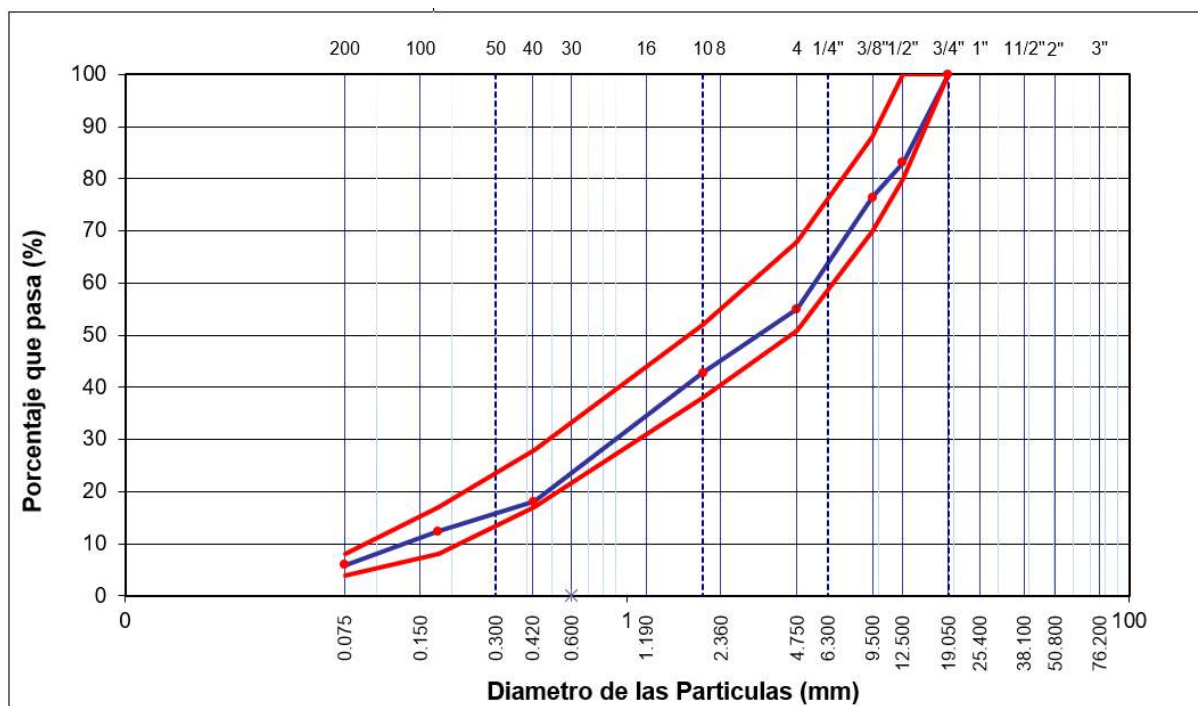
Gráfica 17 Curva granulométrica de agregados para MAC modificada con 5 % de Vidrio y 30% de ACR (TRÁFICO PESADO)

Al incorporar 5% de vidrio como agregado fino y del 30% del agregado compuesto reciclado como agregado grueso, se observa una pequeña variación respecto a la curva granulométrica sin la incorporación de estos, por lo que resultan adecuados para la MAC-2.

Tabla LXI

Resultados de la granulometría combinada para el diseño con 10 % de Vidrio y 30% de ACR (TRÁFICO PESADO)

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA			
3"	76.200					MAC - 2		
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100		
1/2"	12.500	542	16.9	16.9	83.1	80	100	
3/8"	9.500	211	6.6	23.5	76.5	70	88	
Nº 4	4.750	687	21.5	45.0	55.0	51	68	
Nº 10	2.000	392.0	12.2	57.3	42.7	38	52	Observación:
Nº 40	0.425	788.0	24.6	81.9	18.1	17	28	
Nº 80	0.177	182.0	5.7	87.6	12.4	8	17	
Nº 200	0.075	208.0	6.5	94.1	5.9	4	8	
< Nº 200	FONDO	181.0	5.7	99.7				



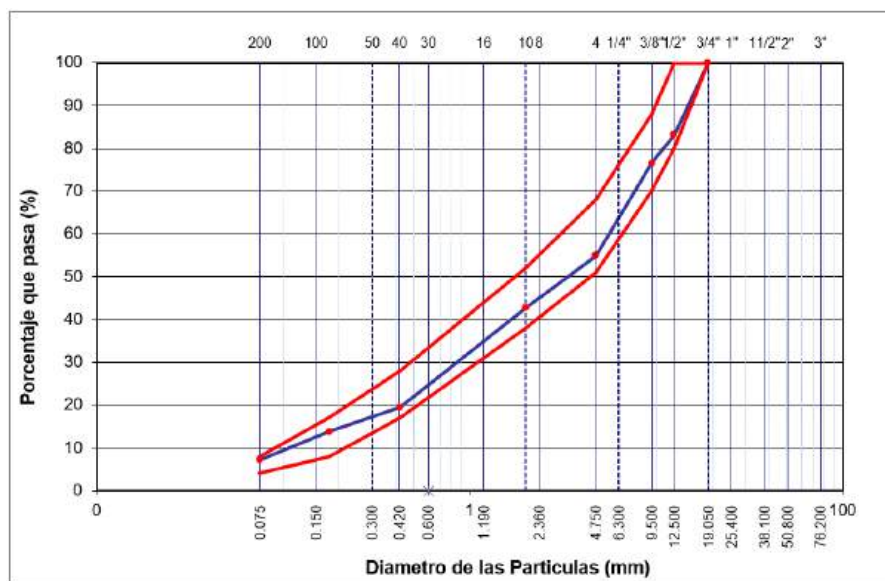
Gráfica 18 Curva granulométrica de agregados para MAC modificada con 10 % de Vidrio y 30% de ACR (TRÁFICO PESADO)

Al incorporarse 10% de vidrio como agregado fino y del 30% del agregado compuesto reciclado como agregado grueso, se observa una pequeña variación respecto a la curva granulométrica sin la incorporación de estos, por lo que resultan adecuados para la MAC-2.

Tabla LXII

Resultados de la granulometría combinada para el diseño con 15 % de Vidrio y 30% de ACR (TRÁFICO PESADO)

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
		RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA			
3"	76.200					MAC - 2		
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100		
1/2"	12.500	542	16.9	16.9	83.1	80	100	
3/8"	9.500	211	6.6	23.5	76.5	70	88	
Nº 4	4.750	690	21.6	45.1	54.9	51	68	
Nº 10	2.000	392.0	12.2	57.3	42.7	38	52	Observación:
Nº 40	0.425	745.0	23.2	80.6	19.4	17	28	
Nº 80	0.177	182.0	5.7	86.2	13.8	8	17	
Nº 200	0.075	210.0	6.6	92.8	7.2	4	8	
< Nº 200	FONDO	215.0	6.7	99.5				



Gráfica 19 Curva granulométrica de agregados para MAC modificada con 10 % de Vidrio y 30% de ACR (TRÁFICO PESADO)

Con la incorporación del 15% de vidrio como agregado fino y del 30% del agregado compuesto reciclado como agregado grueso, se observa una pequeña variación respecto a la curva granulométrica sin la incorporación de estos, por lo que resultan adecuados para la MAC-2.

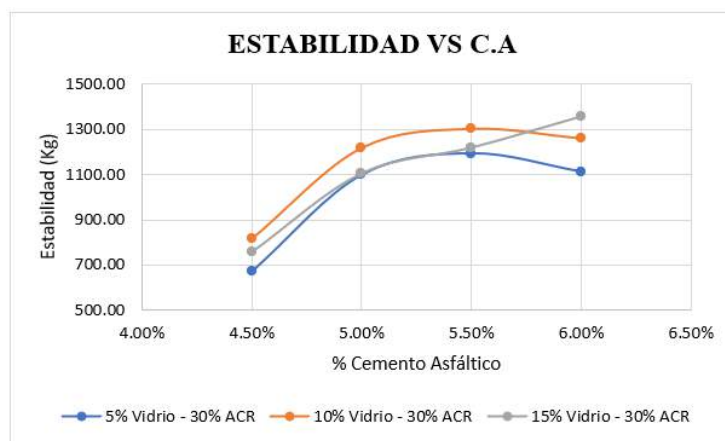
Diseño de mezcla para las briquetas con adición

Tabla LXIII

Diseño de mezcla para las mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO)

5 % Vidrio - 30% ACR				
PEN	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
Grava Triturada	43.07%	42.85%	42.62%	42.39%
Arena	51.47%	51.20%	50.93%	50.67%
Filler (1%)	0.96%	0.95%	0.95%	0.94%
10 % Vidrio - 30% ACR				
PEN	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
Grava Triturada	42.98%	42.75%	42.53%	42.30%
Arena	51.57%	51.30%	51.03%	50.76%
Filler (1%)	0.96%	0.95%	0.95%	0.94%
15 % Vidrio - 30% ACR				
PEN	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
Grava Triturada	43.06%	42.84%	42.61%	42.39%
Arena	51.48%	51.21%	50.94%	50.67%
Filler (1%)	0.96%	0.95%	0.95%	0.94%

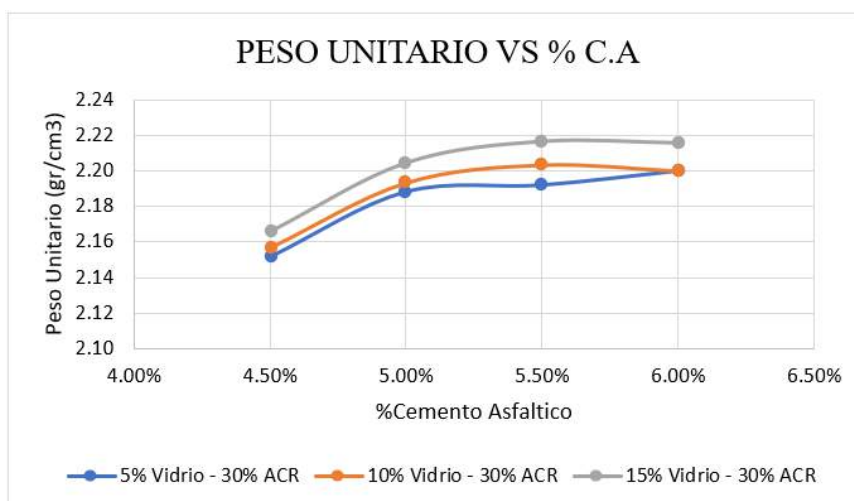
A partir del diseño de mezcla determinado en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, los valores obtenidos de estabilidad, peso unitario, % de vacíos con aire, % de vacíos del agregado mineral, % de vacíos llenos de CA, flujo (0.01”), relación flujo/estabilidad son los siguientes:



Gráfica 20 Estabilidad VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO)

Tabla LXIV
Resultados de Estabilidad según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO)

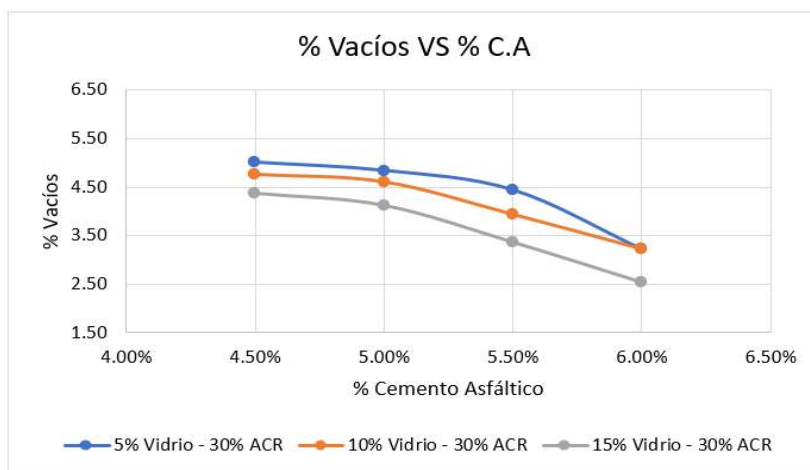
ESTABILIDAD				
%C.A	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
5% Vidrio - 30% ACR	671.67	1098.08	1192.43	1111.72
10% Vidrio - 30% ACR	819.40	1217.82	1301.45	1258.80
15% Vidrio - 30% ACR	756.67	1105.10	1218.40	1356.67



Gráfica 21 Peso Unitario VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO)

Tabla LXV
Resultados de Peso Unitario según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales
(TRÁFICO PESADO)

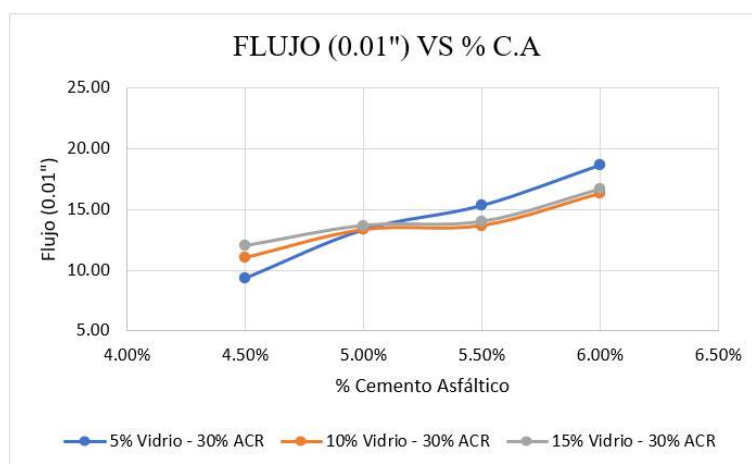
PESO UNITARIO				
%C.A	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
5% Vidrio - 30% ACR	2.15	2.19	2.19	2.20
10% Vidrio - 30% ACR	2.16	2.19	2.20	2.20
15% Vidrio - 30% ACR	2.17	2.20	2.22	2.22



Gráfica 22 % de vacíos VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO)

Tabla LXVI
Resultados de % de vacíos según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales
(TRÁFICO PESADO)

% de Vacíos				
%C.A	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
5% Vidrio - 30% ACR	5.01	4.84	4.44	3.23
10% Vidrio - 30% ACR	4.77	4.62	3.94	3.23
15% Vidrio - 30% ACR	4.38	4.13	3.37	2.53

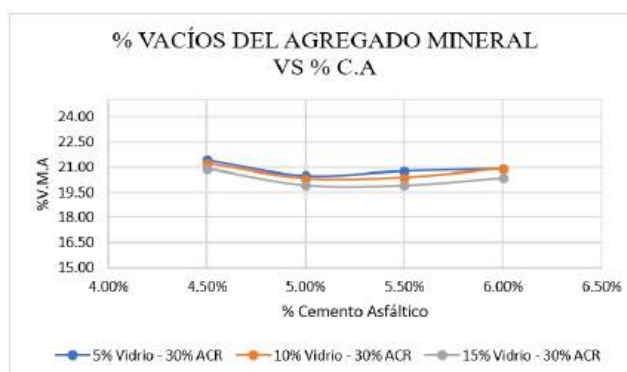


Gráfica 23 Flujo (0.01") VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO)

Tabla LXVII

Resultados de flujo (0.01%) según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO LIGERO)

FLUJO (0.01")				
%C.A	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
5% Vidrio - 30% ACR	9.33	13.33	15.33	18.67
10% Vidrio - 30% ACR	11.00	13.33	13.67	16.33
15% Vidrio - 30% ACR	12.00	13.67	14.00	16.67

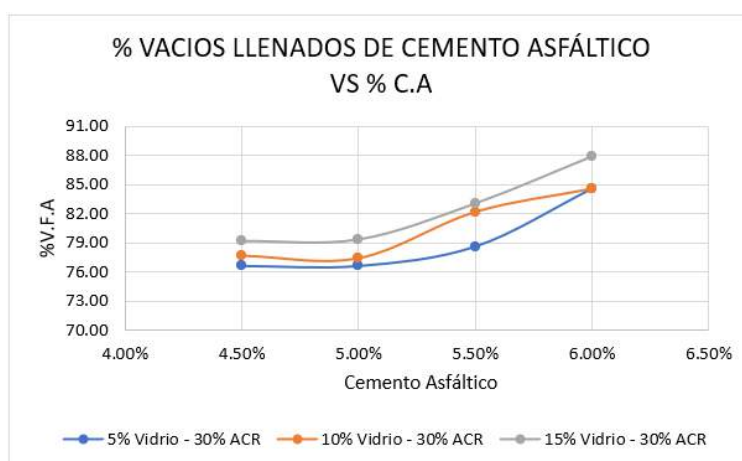


Gráfica 24 % de vacíos del agregado mineral VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO)

Tabla LXVIII

Resultados de vacíos del agregado mineral según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO)

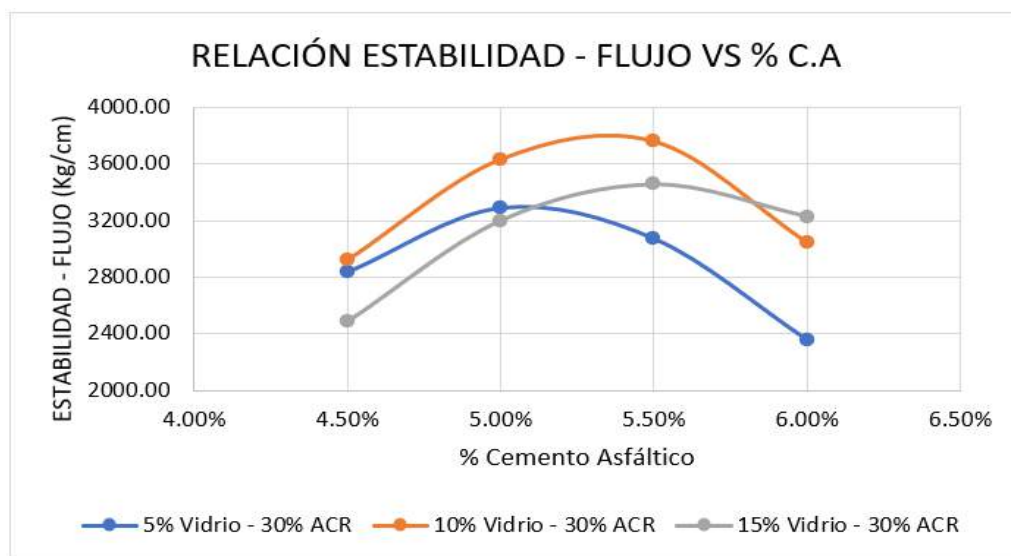
% VACIOS DEL AGREGADO MINERAL (V.M.A)				
%C.A	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
5% Vidrio - 30% ACR	21.43	20.51	20.79	20.92
10% Vidrio - 30% ACR	21.23	20.31	20.37	20.91
15% Vidrio - 30% ACR	20.91	19.91	19.90	20.35



Gráfica 25 % de vacíos llenos de CA VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO)

Tabla LXIX
Resultados de % de vacíos llenos de CA según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO)

% Vacíos Llenados de Cemento Asfáltico (V.F.A)				
%C.A	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
5% Vidrio - 30% ACR	76.64	76.63	78.63	84.58
10% Vidrio - 30% ACR	77.64	77.38	82.17	84.58
15% Vidrio - 30% ACR	79.19	79.36	83.08	87.95



Gráfica 26 Relación estabilidad flujo VS Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO)

Tabla LXX
Resultados de relación estabilidad flujo según Contenido de Asfalto de mezclas experimentales (TRÁFICO PESADO)

RELACIÓN ESTABILIDAD - FLUJO				
%C.A	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
5% Vidrio - 30% ACR	2837.58	3291.02	3072.85	2356.40
10% Vidrio - 30% ACR	2925.42	3632.92	3757.29	3044.42
15% Vidrio - 30% ACR	2482.50	3199.78	3455.64	3228.09

Tabla LXXI
Resumen de resultados obtenidos en los parámetros a evaluar de las mezclas modificadas TRÁFICO PESADO

PARÁMETROS	UNIDAD	DATOS OBTENIDOS (GRÁFICAS) ÓPTIMOS			REQUERIMIENTOS (EG - 2013)	CUMPLE/NO CUMPLE
		V - 5% - ACR 30%	V - 10% - ACR 30%	V - 15% - ACR 30%		
		C.A (5.5%)	C.A (5.5%)	C.A (5.5%)		
Vacios de Aire	%	4.44	3.94	3.37	3 - 5	CUMPLE
Vacios del Agregado Mineral (V.M.A)	%	20.79	20.37	19.90	15 min	CUMPLE
Vacios llenado de Cemento Asfáltico (V.F.A)	%	78.63	82.17	83.08	-	CUMPLE
Estabilidad	Kg	1192.43	1301.45	1218.40	831.06 min	CUMPLE
Flujo	mm	3.89	3.47	3.56	2 - 3.5	CUMPLE
Relación Estabilidad - Flujo	kg/cm	3072.85	3757.29	3455.64	1700 - 4000	CUMPLE
Relación Polvo - Asfalto	-	0.96	0.93	0.76	0.6 - 1.3	CUMPLE

En base a los parámetros analizados según las gráficas y al porcentaje de agregados incorporados, se logra verificar que el % adecuado en reemplazo parcial del agregado fino es el vidrio al 10%, mientras que respecto al agregado grueso el % adecuado es del 30% de agregado compuesto reciclado considerando un 5.5% de CA.

Ensayo RICE (TRÁFICO PESADO)

Tabla LXXII
Pesos específicos teóricos máximos según el contenido de asfalto – TRÁFICO PESADO

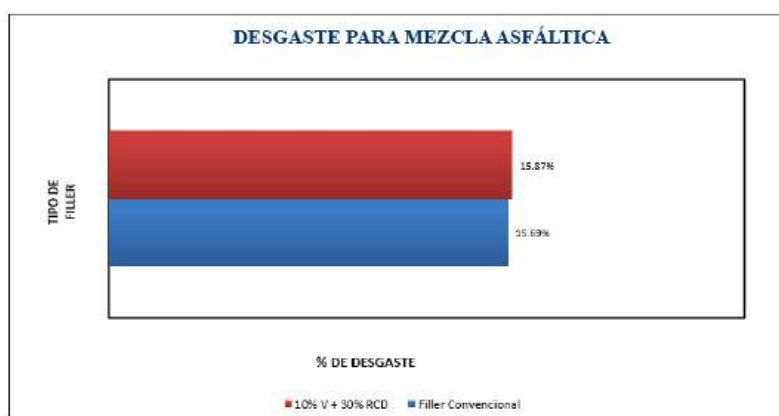
PORCENTAJE DE ASFALTO	5%	5.0%	6%	6.0%
1.- PESO DEL FRASCO	725	725	733	731
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2560	2560	2568	2570
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	1900	1903	1914	1913
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3400.0	3403.0	3414.0	3413.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1500	1500	1500	1500
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	660	657	654	657
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.272	2.282	2.294	2.284

CANTABRO (TRÁFICO PESADO) T 25°C

Tabla LXXIII

% de desgaste a 25°C de mezclas asfálticas convencionales y mezclas experimentales conformadas por el contenido óptimo de agregados adicionados (10% de vidrio molido + 30% de ACR) – TRÁFICO PESADO

ENSAYO CÁNTABRO DE DESGASTE PARA MEZCLAS								
N° DE BRIQUETA	TIPO DE FILLER	% ÓPTIMO DE AGREGADO	N° DE REVOLUCIONES	TEMPERATURA °C	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DESGASTE	PROMEDIO
1	CONVENCIONAL	-	300	25*	1165.90	995	14.66%	15.69%
2	CONVENCIONAL	-	300	25*	1175.80	985	16.23%	
3	CONVENCIONAL	-	300	25*	1136.50	970	14.66%	
4	CONVENCIONAL	-	300	25*	1196.00	990	17.22%	
1	ADICIÓN	10% V+30 ACR%	300	25*	1145.00	995	13.10%	15.87%
2	ADICIÓN	10% V+30 ACR%	300	25*	1178.00	980	16.81%	
3	ADICIÓN	10% V+30 ACR%	300	25*	1163.40	960	17.48%	
4	ADICIÓN	10% V+30 ACR%	300	25*	1156.00	970	16.09%	



Gráfica 27 Comparación de desgaste entre mezcla patrón y mezcla experimental más óptima a 25°C TRÁFICO PESADO

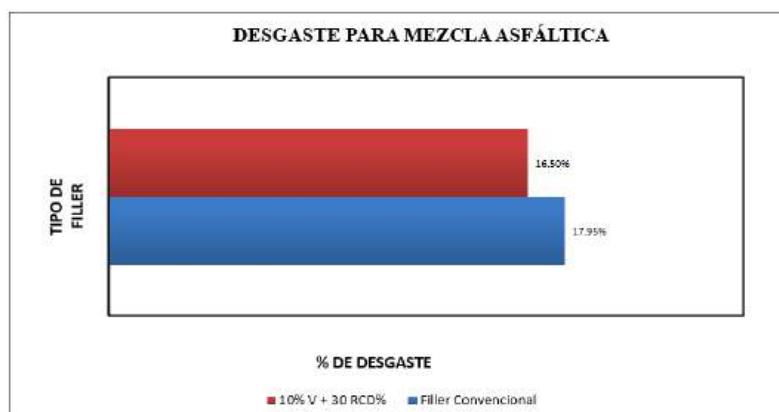
De acuerdo a la sección 433.25 de EG-2013, el % de desgaste máximo que deberán presentar las muestras a ensayar será del 20%, tanto la convencional como la modificada cumplen con este requisito. Además, de la Gráfica 27 se observa que la óptima presenta un desgaste a la abrasión (15.87%) en un 1% mayor a la mezcla convencional (15.69%) al realizar el ensayo de cántabro a 25°C para tráfico pesado.

CANTABRO (TRÁFICO PESADO) T 60°C

Tabla LXXIV

% de desgaste a 60°C de mezclas asfálticas convencionales y mezclas experimentales conformadas por el contenido óptimo de agregados adicionados (10% de vidrio molido + 30% de ACR) – TRÁFICO PESADO

ENSAYO CÁNTABRO DE DESGASTE PARA MEZCLAS								
N° DE BRIQUETA	TIPO DE FILLER	% OPTIMO DE AGREGADO	N° DE REVOLUCIONES	TEMPERATURA °C	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DESGASTE	PROMEDIO
1	CONVENCIONAL	-	300	60°	1135.00	995	12.33%	17.95%
2	CONVENCIONAL	-	300	60°	1115.00	880	21.08%	
3	CONVENCIONAL	-	300	60°	1150.00	910	20.87%	
4	CONVENCIONAL	-	300	60°	1146.00	945	17.54%	
1	ADICIÓN	10% V+30 ACR%	300	60°	1105.00	950	14.03%	16.50%
2	ADICIÓN	10% V+30 ACR%	300	60°	1120.00	940	16.07%	
3	ADICIÓN	10% V+30 ACR%	300	60°	1145.00	955	16.59%	
4	ADICIÓN	10% V+30 ACR%	300	60°	1165.00	940	19.31%	



Gráfica 28 Comparación de desgaste entre mezcla patrón y mezcla experimental más óptima a 60°C TRÁFICO PESADO

De acuerdo a la sección 433.25 de EG-2013, el % de desgaste máximo que deberán presentar las muestras a ensayar será del 20%, tanto la convencional como la modificada cumplen con este requisito. Además, de la Gráfica 28 se ve que la mezcla óptima presenta un desgaste a la abrasión (16.5%) en un 8% menor a la mezcla convencional (17.95%) al realizar el ensayo de cántabro a 60°C para tráfico pesado.

ENSAYO LOTTMAN MODIFICADO (TRÁFICO PESADO)

Tabla LXXV

Ensayo de Lottman modificado de mezcla convencional (TRÁFICO PESADO)

Muestra Saturada en Vacíos con 19 a 28" Hg. - De 5 a 15 min. En Agua Destilada a 25 °C						
B'	SSD de la Muestra	gr	1160.50	1188.00	1145.00	NO SE EJECUTA
C'	Peso de la Muestra en Agua	gr	670.00	690.00	675.00	
E'	Volumen de la Muestra (B' - C')	cc	490.5	498.0	470.0	
J'	Volumen de Agua de Absorción (B' - A)	cc	29.7	33.0	17.0	
-	Saturación (100*J'/I)	%	77.7	75.0	70.3	
-	Hinchamiento (E' - E)*100/E	%	5.46	3.75	4.44	

Condiciones de Saturación Por 24 Hrs. En Agua a 60 °C - Baño de María										
t"	Espesor	cm	6.8	6.9	6.9	NO SE EJECUTA				
B"	SSD de la Muestra	gr	1160.00	1190.00	1150.00					
C"	Peso de la Muestra en Agua	gr	565.00	542.00	551.00					
E"	Volumen (B" - C")	cc	595.0	648.0	599.0					
J"	Volumen de Agua de Absorción (B" - A)	cc	29.2	35.0	22.0					
-	Saturación (100*J"/I)	%	76.4	79.6	91.0					
-	Hinchamiento (E" - E)*100/E	%	26.48	33.73	31.70					
-	Carga Máxima Kg	kg	350	350	380	450	420.0	400		
-	Carga Máxima N	N	3433.500	3433.500	3727.800	3531.600	4414.500	4120.200	3924.000	4152.9
-	Fuerza Tensible KPA	kg/cm2	3.23	3.18	3.45	3.28	4.34	3.99	3.63	3.99

Tabla LXXVI

TRS de mezcla convencional (TRÁFICO PESADO)

RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSION (TRS) =	82.409%
--------------------------------------	---------

ENSAYO LOTTMAN MODIFICADO DEL % ÓPTIMO (10% DE VIDRIO - 30% DE ACR) (TRÁFICO PESADO)

Tabla LXXVII

Ensayo de Lottman modificado de mezcla experimental con el % óptimo de adición (TRÁFICO PESADO)

Muestra Saturada en Vacíos con 19 a 28" Hg. - De 5 a 15 min. En Agua Destilada a 25 °C						
B'	SSD de la Muestra	gr	1150.00	1138.00	1160.00	NO SE EJECUTA
C'	Peso de la Muestra en Agua	gr	670.00	670.00	687.00	
E'	Volumen de la Muestra (B' - C')	cc	480.0	468.0	473.0	
J'	Volumen de Agua de Absorción (B' - A)	cc	25.0	28.0	30.0	
-	Saturación (100*J'/I)	%	70.8	77.9	78.1	
-	Hinchamiento (E' - E)*100/E	%	4.35	2.86	1.72	

Condiciones de Saturación Por 24 Hrs. En Agua a 60 °C - Baño de María										
t"	Espesor	cm	6.8	6.9	6.9	NO SE EJECUTA				
B"	SSD de la Muestra	gr	1160.00	1140.00	1170.00					
C"	Peso de la Muestra en Agua	gr	565.00	542.00	551.00					
E"	Volumen (B" - C")	cc	595.0	598.0	619.0					
J"	Volumen de Agua de Absorción (B" - A)	cc	35.0	30.0	40.0					
-	Saturación (100*J"/I)	%	99.1	83.4	104.1					
-	Hinchamiento (E" - E)*100/E	%	28.13	30.56	32.56					
-	Carga Máxima Kg	kg	380	320	350	400	410.0	410		
-	Carga Máxima N	N	3727.800	3139.200	3433.500	3433.500	3924.000	4022.100	4022.100	3989.4
-	Fuerza Tensible KPA	kg/cm2	3.50	2.91	3.18	3.20	3.84	3.82	3.71	3.79

Tabla LXXVIII

TRS de mezcla experimental con el % óptimo de adición (TRÁFICO PESADO)

RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSION (TRS) =	84.317%
--------------------------------------	---------

El valor mínimo aceptado para TRS (Razón de esfuerzo a tensión) es de 80%. Ambas mezclas superan este valor, así también la óptima (84.317%) supera en 2.3% al patrón (82.409%) para el tráfico pesado.

Análisis económico

El análisis económico del proyecto se realizó considerando como base el peso unitario de las MAC, ya que este parámetro es fundamental para determinar con precisión la cantidad de insumos requeridos por metro cúbico de mezcla producida. De esta forma, se cuantificaron los volúmenes de los principales componentes: agregados pétreos (gruesos y finos), cemento asfáltico, filler (en este caso, cemento como material de relleno), vidrio triturado reciclado y agregado de concreto reciclado (ACR). Asimismo, se tuvo en cuenta el rendimiento volumétrico por metro cúbico (m³) de las plantas de producción de mezcla asfáltica, lo cual permite estimar con mayor exactitud los costos de materiales por unidad de producción.

Por otro lado, en la Tabla 71 se presenta la deducción del costo correspondiente a la mano de obra involucrada en el proceso constructivo. Este cálculo se elaboró tomando como base los costos actualizados de la Remuneración Básica o Jornal Básico (JB-RB) y la Bonificación Unificada de Construcción (BUC), cuyos valores varían según la categoría del trabajador: operario, oficial o peón. Los valores de referencia fueron extraídos del ANEXO 03, que contiene la escala salarial oficial vigente [41]

A la JB se le aplica un factor de incremento del 112.96%, conforme a la normativa laboral vigente, el cual contempla beneficios sociales obligatorios como el pago por días dominicales, feriados, gratificaciones y vacaciones. Este ajuste busca reflejar el costo real del trabajador para el empleador, más allá del salario neto diario.

En el caso de la BUC, se añade un recargo equivalente al 12%, correspondiente a los aportes patronales por Seguro Social de Salud (Essalud), con una tasa del 9%, y el Seguro Complementario de Trabajo de Riesgo (SCTR), con una tasa del 3%, ambos calculados sobre el valor de la BUC. Además, se consideró una Bonificación por Movilidad diaria de 8 soles, otorgada al trabajador para cubrir gastos de transporte hacia y desde la obra.

Adicionalmente, se incluyó el pago proporcional de la póliza de seguro mensual que representa un costo fijo de 5 soles por trabajador. Este monto se distribuye en función de los días laborables del mes, que se estimaron en 26, resultando en un valor diario de aproximadamente 0.19 soles por trabajador.

Dado que la actividad principal del proyecto involucra la producción y colocación de mezclas asfálticas en caliente, se consideró un sobre costo adicional asociado al trabajo en ambientes de alta temperatura. Para este concepto se asignó una bonificación diaria de 3.5 soles, aplicable al 9% del total del personal obrero, que es el porcentaje estimado de trabajadores expuestos directamente a estas condiciones térmicas elevadas.

Finalmente, todos los costos mencionados (JB, BUC, bonificaciones, seguros y recargos) fueron sumados para obtener el costo total diario por trabajador. Esta suma fue dividida entre 8 horas, correspondientes a la jornada laboral estándar diaria, con el fin de obtener el jornal horario del personal obrero, que se utiliza como insumo fundamental para el análisis de costos de mano de obra en el presupuesto general del proyecto.

Cálculo de costo de mano de obra

Tabla LXXIX
Deducción del costo de mano de obra. Fuente: Elaboración Propia

	S/./día	%	OPERARIO	OFICIAL	PEON
Jornal básico (JB)			84.7	66.45	59.8
% BUC			0.32	0.30	0.30
Bonificación unificada de construcción (BUC)			27.10	19.94	17.94
Ley sobre RB		1.1296	95.68	75.06	67.55
Ley sobre BUC		0.12	3.25	2.39	2.15
Bonificación por movilidad			8.00	8.00	8.00
Póliza			0.19	0.19	0.19
Trabajos en alta temperatura (Asfalto)	3.5	9	0.32	0.32	0.32
			219.24	172.35	155.95
			27.41	21.54	19.49

Tráfico ligero

Tráfico convencional – tráfico ligero

Mano de Obra

El rendimiento del peón es de 1 hh/kg para operario y oficial, para peón es de 2hh/kg. Se multiplica por el número de personas por cuadrilla y el precio unitario por hora del peón, operario o oficial.

$$\text{costo parcial} = 0.0235 \times 27.41 = s / 0.64$$

Ecuación 1 Cálculo de mano de obra operario

$$\text{costo parcial} = 0.0471 \times 21.54 = s / 1.01$$

Ecuación 2 Calculo de mano de obra peón

$$\text{costo parcial} = 0.0235 \times 19.49 = s / 0.46$$

Ecuación 3 Calculo de mano de obra oficial

Materiales

Se ha considerado materiales como asfalto PEN 60/70, piedra, arena, cemento (filler), petróleo.

$$\text{Costo parcial} = 33.2434 \times 15.23 = s / 506.30$$

Ecuación 4 Calculo de costo parcial del Asfalto PEN 60/70

$$\text{Costo parcial} = 0.3785 \times 80 = s / 30.28$$

Ecuación 5 Calculo de costo parcial de piedra

$$\text{Costo parcial} = 0.4795 \times 60 = s / 28.77$$

Ecuación 6 Calculo de costo parcial de la Arena

$$\text{Costo parcial} = 24.0240 \times 0.67 = s / 16.1$$

Ecuación 7 Calculo de costo parcial de cemento filler

$$\text{Costo parcial} = 3.3243 \times 13.05 = s / 43.38$$

Ecuación 8 Calculo de costo parcial del petróleo

Equipos y herramientas

Herramientas menores: Su valor se calcula considerando su depreciación y vida útil, representado por una fracción del costo del equipo por jornada. En este caso:

$$\text{Costo parcial} = 5 \times 2.11 = \text{s} / 10.55 \text{ (redondeado)}$$

Ecuación 9 Calculo de costo parcial herramientas menores

Plantas de asfalto: Su uso está dado por 0.0235 unidades, con un valor de uso diario (amortizado) de S/ 470.8.

$$\text{Costo parcial} = 0.0235 \times 470.8 = \text{s} / 11.08 \text{ (redondeado)}$$

Ecuación 10 Calculo de costo parcial plantas de asfalto

Cargador frontal: Su uso está dado por 0.0235 unidades, con un valor de uso diario (amortizado) de S/ 150.2.

$$\text{Costo parcial} = 0.0235 \times 150.2 = \text{s} / 3.53 \text{ (redondeado)}$$

Ecuación 11 Calculo de costo parcial cargador frontal

Generador 400 kw: Su uso está dado por 0.0235 unidades, con un valor de uso diario (amortizado) de S/ 259.5.

$$\text{Costo parcial} = 0.0235 \times 259.5 = \text{s} / 6.11 \text{ (redondeado)}$$

Ecuación 12 Calculo de costo parcial generador 400 kw

Tabla LXXX
Costo por m3 de la MAC convencional-Tráfico ligero

ASFALTO CONVENCIONAL-TRÁFICO LIGERO					
Peso unitario de M.A.C	2184 kg/m3				
Rendimiento	340 m3/día			Costo por m3	658.21
INSUMOS	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNARIO	PARCIAL
Mano de obra					2.11
Operario	hh	1	0.0235	27.41	0.64
Peón	hh	2	0.0471	21.54	1.01
Oficial	hh	1	0.0235	19.49	0.46
Materiales					624.83
Asfalto PEN 60/70	gal	5.50	33.2434	15.23	506.3
Piedra	m3	42.29	0.3785	80	30.28
Arena	m3	51.26	0.4795	60	28.77
Cemento (filler)	kg	1.00	24.0240	0.67	16.1
Petróleo	gal		3.3243	13.05	43.38
EQUIPO					31.27
Herramientas manuales	%		5	2.11	10.55
Planta de asfalto	hm	1	0.0235	470.8	11.08
Cargador frontal	hm	1	0.0235	150.2	3.53
Generador 400 kw	hm	1	0.0235	259.5	6.11

El costo unitario por m³ de la MAC convencional para tráfico ligero es de S/. 658.21, valor que incluye los insumos principales como agregados pétreos, cemento asfáltico, filler, así como los costos asociados a la producción, transporte y colocación. Este monto fue calculado en función del rendimiento de planta por metro cúbico, considerando además la mano de obra, los equipos involucrados y los factores indirectos necesario bajo condiciones de carga ligera.

Tráfico modificado 10% VT 30% ACR – tráfico ligero

Mano de Obra

El rendimiento del peón es de 1 hh/kg para operario y oficial, para peón es de 2 hh/kg. Se multiplica por el número de personas por cuadrilla y el precio unitario por hora del peón, operario o oficial.

$$\text{costo parcial} = 0.0267 \times 27.41 = s / 0.73$$

Ecuación 13 Calculo de mano de obra operario

$$\text{costo parcial} = 0.0533 \times 21.54 = s / 1.15$$

Ecuación 14 Calculo de mano de obra peón

$$\text{costo parcial} = 0.0267 \times 19.49 = s / 0.52$$

Ecuación 15 Calculo de mano de obra oficial

Materiales

Se ha considerado materiales como asfalto PEN 60/70, piedra, agregado de concreto reciclado, arena, vidrio triturado, cemento (filler), petróleo.

$$\text{Costo parcial} = 33.3652 \times 15.23 = s / 508.15$$

Ecuación 16 Calculo de costo parcial del Asfalto PEN 60/70

$$\text{Costo parcial} = 0.3438 \times 80 = s / 27.5$$

Ecuación 17 Calculo de costo parcial de la piedra

$$\text{Costo parcial} = 0.1513 \times 50 = s / 7.57$$

Ecuación 18 Calculo de costo parcial agregado de concreto reciclado

$$\text{Costo parcial} = 0.3354 \times 60 = s / 20.12$$

Ecuación 19 Calculo de costo parcial de la Arena

$$\text{Costo parcial} = 0.0544 \times 30 = s / 1.63$$

Ecuación 20 Calculo de costo parcial de vidrio triturado

$$\text{Costo parcial} = 22.9064 \times 0.67 = s / 15.35$$

Ecuación 21 Calculo de costo parcial del cemento (filler)

$$\text{Costo parcial} = 3.3365 \times 13.05 = s / 43.54$$

Ecuación 22 Calculo de costo parcial del petróleo

Equipos y herramientas

Herramientas menores: Su valor se calcula considerando su depreciación y vida útil, representado por una fracción del costo del equipo por jornada. En este caso:

$$\text{Costo parcial} = 5 \times 2.40 = s / 12 \text{ (redondeado)}$$

Ecuación 23 Calculo de costo parcial herramientas menores

Plantas de asfalto: Su uso está dado por 0.0267 unidades, con un valor de uso diario (amortizado) de S/ 470.8.

$$\text{Costo parcial} = 0.0267 \times 470.8 = s / 12.55 \text{ (redondeado)}$$

Ecuación 24 Calculo de costo parcial plantas de asfalto

Cargador frontal: Su uso está dado por 0.0267 unidades, con un valor de uso diario (amortizado) de S/ 150.2.

$$\text{Costo parcial} = 0.0267 \times 150.2 = \text{s} / 4.01 \text{ (redondeado)}$$

Ecuación 25 *Calculo de costo parcial cargador frontal*

Generador 400 kw: Su uso está dado por 0.0267 unidades, con un valor de uso diario (amortizado) de S/ 259.5.

$$\text{Costo parcial} = 0.0267 \times 259.5 = \text{s} / 6.92 \text{ (redondeado)}$$

Ecuación 26 *Calculo de costo parcial generador 400 kw*

Tabla LXXXI
Costo por m³ de la MAC óptima-Tráfico ligero

ASFALTO MODIFICADO 10% VT 30% ACR-TRÁFICO LIGERO					
Peso unitario de M.A.C	2192 kg/m ³				
Rendimiento	300 m ³ /día		Costo por m ³	661.74	
INSUMOS	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL
Mano de obra					2.40
Operario	hh	1	0.0267	27.41	0.73
Peón	hh	2	0.0533	21.54	1.15
Oficial	hh	1	0.0267	19.49	0.52
Materiales					623.86
Asfalto PEN 60/70	gal	5.5	33.3652	15.23	508.15
Piedra	m ³	38.268	0.3438	80	27.5
Agregado de Concreto					
Reciclado	m ³	15.309	0.1513	50	7.57
Arena	m ³	35.721	0.3354	60	20.12
Vidrio Triturado	m ³	4.25	0.0544	30	1.63
Cemento (filler)	kg	0.95	22.9064	0.67	15.35
Petróleo	gal		3.3365	13.05	43.54
EQUIPO					35.48
Herramientas manuales	%		5	2.40	12
Planta de asfalto	hm	1	0.0267	470.8	12.55
Cargador frontal	hm	1	0.0267	150.2	4.01
Generador 400 kw	hm	1	0.0267	259.5	6.92

Fuente: Elaboración Propia

El costo unitario por m³ de la MAC óptima (con 10% de vidrio triturado y 30% de agregado de concreto reciclado – ACR) para tráfico ligero es de S/. 661.74.

Aunque la diferencia de precios entre la mezcla patrón y la mezcla óptima es de solo S/. 3.53 por m³, es fundamental analizar la relación costo-beneficio de ambas opciones, considerando no solo el costo directo, sino también el desempeño mecánico y la durabilidad del material en el tiempo. En este análisis, el parámetro clave de beneficio es la relación fluencia/estabilidad, ya que permite evaluar el comportamiento de la mezcla frente a cargas repetidas y altas

temperaturas, lo que incide directamente en su resistencia a deformaciones permanentes y su vida útil. De esta manera, se tiene:

Tabla LXXXII
Relación costo beneficio de mezcla patrón y óptima-Tráfico ligero

Mezcla	Costo (S/)	Flue/Est (kg/cm)	Cost/Benef
PATRÓN	658.21	2363	0.28
ÓPTIMA	661.74	2755	0.24

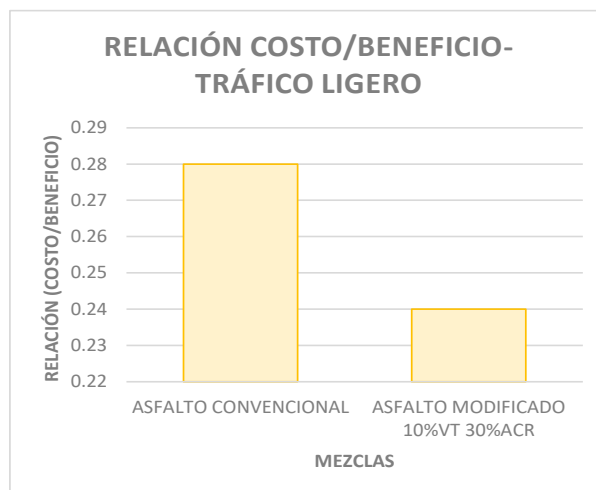


FIGURA 65 Ratio (Costo/beneficio)-Tráfico Ligero

Como se puede observar en la Tabla 82, la ratio de fluencia/estabilidad para la mezcla patrón es de 0.28, mientras que para la mezcla óptima es de 0.24; esto indica que la mezcla con adición de materiales reciclados presenta un mejor desempeño frente a deformaciones plásticas. Por lo tanto, aunque el precio unitario es ligeramente mayor, el beneficio técnico que aporta la mezcla óptima es considerablemente superior, con una estabilidad de 2775 N frente a los 2363 N de la mezcla patrón. Esta mejora en el comportamiento mecánico justifica la inversión adicional, ya que puede traducirse en una mayor durabilidad.

Tráfico pesado

Tráfico convencional – tráfico pesado

Mano de Obra

El rendimiento del peón es de 1 hh/kg para operario y oficial, para peón es de 2hh/kg. Se multiplica por el número de personas por cuadrilla y el precio unitario por hora del peón, operario u oficial.

$$\text{costo parcial} = 0.0286 \times 27.41 = s / 0.78$$

Ecuación 27 Calculo de mano de obra operario

$$\text{costo parcial} = 0.0571 \times 21.54 = s / 1.23$$

Ecuación 28 Calculo de mano de obra peón

$$\text{costo parcial} = 0.0286 \times 19.49 = s / 0.56$$

Ecuación 29 Calculo de mano de obra oficial

Materiales

Se ha considerado materiales como asfalto PEN 60/70, piedra, arena, cemento (filler), petróleo.

$$\text{Costo parcial} = 33.2738 \times 15.23 = s / 506.76$$

Ecuación 30 Calculo de costo parcial del Asfalto PEN 60/70

$$\text{Costo parcial} = 0.3795 \times 80 = s / 30.36$$

Ecuación 31 Calculo de costo parcial de piedra

$$\text{Costo parcial} = 0.4739 \times 60 = s / 28.77$$

Ecuación 32 Calculo de costo parcial de la Arena

$$\text{Costo parcial} = 22.8437 \times 0.67 = s / 15.31$$

Ecuación 33 Calculo de costo parcial de cemento filler

$$\text{Costo parcial} = 3.3274 \times 13.05 = s / 43.42$$

Ecuación 34 Calculo de costo parcial del petróleo

Equipos y herramientas

Herramientas menores: Su valor se calcula considerando su depreciación y vida útil, representado por una fracción del costo del equipo por jornada. En este caso:

$$\text{Costo parcial} = 5 \times 2.57 = \text{s} / 12.85 \text{ (redondeado)}$$

Ecuación 35 *Calculo de costo parcial herramientas menores*

Plantas de asfalto: Su uso está dado por 0.0286 unidades, con un valor de uso diario (amortizado) de S/ 470.8.

$$\text{Costo parcial} = 0.0286 \times 470.8 = \text{s} / 13.45 \text{ (redondeado)}$$

Ecuación 36 *Calculo de costo parcial plantas de asfalto*

Cargador frontal: Su uso está dado por 0.0286 unidades, con un valor de uso diario (amortizado) de S/ 150.2.

$$\text{Costo parcial} = 0.0286 \times 150.2 = \text{s} / 4.29 \text{ (redondeado)}$$

Ecuación 37 *Calculo de costo parcial cargador frontal*

Generador 400 kw: Su uso está dado por 0.0286 unidades, con un valor de uso diario (amortizado) de S/ 259.5.

$$\text{Costo parcial} = 0.0286 \times 259.5 = \text{s} / 7.41 \text{ (redondeado)}$$

Ecuación 38 *Calculo de costo parcial generador 400 kw*

Tabla LXXXIII
Costo por m³ de la MAC patrón-Tráfico pesado

ASFALTO CONVENCIONAL-TRÁFICO PESADO					
Peso unitario de M.A.C	2186 kg/m ³				
Rendimiento	280 m ³ /día		Costo por m ³	691.16	
INSUMOS	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL
Mano de obra					2.57
Operario	hh	1	0.0286	27.41	0.78
Peón	hh	2	0.0571	21.54	1.23
Oficial	hh	1	0.0286	19.49	0.56
Materiales					675.14
Asfalto PEN 60/70	gal	kg	33.2738	15.23	506.76
Piedra	m ³	42.64	0.3795	80	30.36
Arena	m ³	50.91	0.4739	60	28.44
Cemento (filler)	kg	0.95	22.8437	0.67	15.31
Petróleo	gal		3.3274	13.05	43.42
EQUIPO					38.00
Herramientas manuales	%		5	2.57	12.85
Planta de asfalto	hm	1	0.0286	470.8	13.45
Cargador frontal	hm	1	0.0286	150.2	4.29
Generador 400 kw	hm	1	0.0286	259.5	7.41

Fuente: Elaboración Propia

El costo unitario por m³ de la MAC convencional para tráfico ligero es de S/. 691.16, valor que incluye los insumos principales como agregados pétreos, cemento asfáltico, filler, así como los costos asociados a la producción, transporte y colocación. Este monto fue calculado en función del rendimiento de planta por metro cúbico, considerando además la mano de obra, los equipos involucrados y los factores indirectos necesario bajo condiciones de carga ligera.

Tráfico modificado 10% VT 30% ACR – tráfico rígido

Mano de Obra

El rendimiento del peón es de 1 hh/kg para operario y oficial, para peón es de 2 hh/kg. Se multiplica por el número de personas por cuadrilla y el precio unitario por hora del peón, operario o oficial.

$$\text{costo parcial} = 0.0471 \times 27.41 = s / 1.29$$

Ecuación 39 Calculo de mano de obra operario

$$\text{costo parcial} = 0.0941 \times 21.54 = s / 2.03$$

Ecuación 40 Calculo de mano de obra peón

$$\text{costo parcial} = 0.0471 \times 19.49 = s / 0.92$$

Ecuación 41 Calculo de mano de obra oficial

Materiales

Se ha considerado materiales como asfalto PEN 60/70, piedra, agregado de concreto reciclado, arena, vidrio triturado, cemento (filler), petróleo.

$$\text{Costo parcial} = 33.5478 \times 15.23 = s / 510.93$$

Ecuación 42 Calculo de costo parcial del Asfalto PEN 60/70

$$\text{Costo parcial} = 0.3434 \times 80 = s / 27.47$$

Ecuación 43 Calculo de costo parcial de la piedra

$$\text{Costo parcial} = 0.1522 \times 50 = s / 7.61$$

Ecuación 44 Calculo de costo parcial agregado de concreto reciclado

$$\text{Costo parcial} = 0.3353 \times 60 = s / 20.12$$

Ecuación 45 Calculo de costo parcial de la Arena

$$\text{Costo parcial} = 0.0547 \times 30 = s / 1.64$$

Ecuación 46 Calculo de costo parcial de vidrio triturado

$$\text{Costo parcial} = 23.0318 \times 0.67 = s / 15.43$$

Ecuación 47 Calculo de costo parcial del cemento (filler)

$$\text{Costo parcial} = 3.3548 \times 13.05 = s / 43.78$$

Ecuación 48 Calculo de costo parcial del petróleo

Equipos y herramientas

Herramientas menores: Su valor se calcula considerando su depreciación y vida útil, representado por una fracción del costo del equipo por jornada. En este caso:

$$\text{Costo parcial} = 5 \times 4.24 = \text{s} / 21.2 \text{ (redondeado)}$$

Ecuación 49 *Calculo de costo parcial herramientas menores*

Plantas de asfalto: Su uso está dado por 0.0471 unidades, con un valor de uso diario (amortizado) de S/ 470.8.

$$\text{Costo parcial} = 0.0471 \times 470.8 = \text{s} / 22.16 \text{ (redondeado)}$$

Ecuación 50 *Calculo de costo parcial plantas de asfalto*

Cargador frontal: Su uso está dado por 0.0267 unidades, con un valor de uso diario (amortizado) de S/ 150.2.

$$\text{Costo parcial} = 0.0267 \times 150.2 = \text{s} / 7.07 \text{ (redondeado)}$$

Ecuación 51 *Calculo de costo parcial cargador frontal*

Generador 400 kw: Su uso está dado por 0.0471 unidades, con un valor de uso diario (amortizado) de S/ 259.5.

$$\text{Costo parcial} = 0.0471 \times 259.5 = \text{s} / 12.21 \text{ (redondeado)}$$

Ecuación 52 *Calculo de costo parcial generador 400 kw*

Tabla LXXXIV
Costo por m³ de la MAC óptima-Tráfico pesad

ASFALTO MODIFICADO 10% VT 30% ACR-TRÁFICO PESADO					
Peso unitario de M.A.C	2204 kg/m ³				
Rendimiento	170 m ³ /día		Costo por m ³	693.86	
INSUMOS	UND	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL
Mano de obra					4.24
Operario	hh	1	0.0471	27.41	1.29
Peón	hh	2	0.0941	21.54	2.03
Oficial	hh	1	0.0471	19.49	0.92
Materiales					626.98
Asfalto PEN 60/70	gal	5.5	33.5478	15.23	510.93
Piedra	m ³	38.268	0.3434	80	27.47
Agregado de Concreto					
Reciclado	m ³	15.309	0.1522	50	7.61
Arena	m ³	35.721	0.3353	60	20.12
Vidrio Triturado	m ³	4.25	0.0547	30	1.64
Cemento (filler)	kg	0.95	23.0318	0.67	15.43
Petróleo	gal		3.3548	13.05	43.78
EQUIPO					62.64
Herramientas manuales	%		5	4.24	21.2
Planta de asfalto	hm	1	0.0471	470.8	22.16
Cargador frontal	hm	1	0.0471	150.2	7.07
Generador 400 kw	hm	1	0.0471	259.5	12.21

Fuente: Elaboración Propia

El costo unitario por m³ de la MAC óptima (con 10% de vidrio triturado y 30% de ACR) para tráfico pesado es de S/. 693.86.

Aunque la diferencia de precios entre la mezcla patrón y la mezcla óptima es de solo S/. 2.70 por m³, es fundamental analizar la relación costo-beneficio de ambas opciones, considerando no solo el costo directo, sino también el desempeño mecánico y la durabilidad del material en el tiempo. En este análisis, el parámetro clave de beneficio es la relación fluencia/estabilidad, ya que permite evaluar el comportamiento de la mezcla frente a cargas repetidas y altas temperaturas, lo que incide directamente en su resistencia a deformaciones permanentes y su vida útil. De esta manera, se tiene:

Tabla LXXXV
Relación costo beneficio de mezcla patrón y óptima-Tráfico pesado

Mezcla	Costo (S/)	Flue/Est (kg/cm)	Cost/Benef
PATRÓN	691.16	3709	0.19
ÓPTIMA	693.86	3757	0.18

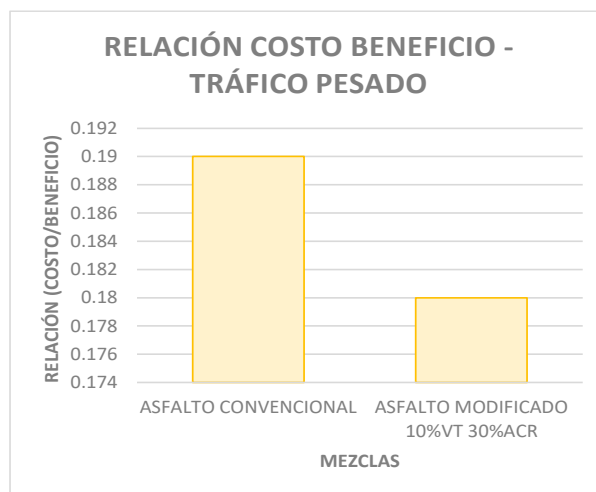


FIGURA 66 Ratio (Costo/beneficio)-Tráfico Pesado

Como se puede observar en la Tabla 85, la ratio de fluencia/estabilidad para la mezcla patrón es de 0.19, mientras que para la mezcla óptima es de 0.184; esto indica que la mezcla con adición de materiales reciclados presenta un mejor desempeño frente a deformaciones plásticas. Por lo tanto, aunque el precio unitario es ligeramente mayor, el beneficio técnico que aporta la mezcla óptima es considerablemente superior, con una estabilidad de 3757 N frente a los 3709 N de la mezcla patrón. Esta mejora en el comportamiento mecánico justifica la inversión adicional, ya que puede traducirse en una mayor durabilidad.

Evaluación de Impacto Ambiental

Objetivo del Proyecto

El proyecto propone innovar en la construcción mediante el uso de materiales alternativos, como el vidrio triturado y ACR, con el fin de mejorar la sostenibilidad y reducir residuos, incorporando tecnologías más limpias.

Objetivo de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

- Analizar los posibles impactos ambientales generados por la producción de briquetas asfálticas con vidrio triturado y ACR.
- Identificar actividades potencialmente contaminantes, los elementos del entorno afectados y establecer medidas de prevención para mitigar dichos efectos.

Marco Legal [39]

- La EIA está sustentada en la Constitución del Perú y leyes ambientales vigentes, que garantizan el desarrollo sostenible y la protección del medio ambiente.

- Se busca cumplir con todas las normas legales para evitar impactos negativos, fomentar la transparencia y asegurar la participación ciudadana.
- La legislación ambiental peruana ha avanzado, fortaleciendo herramientas para equilibrar el desarrollo económico con el cuidado del entorno natural.

Descripción del Proyecto [39]

- El estudio analiza la fabricación de briquetas asfálticas en caliente incorporando vidrio triturado y ACR triturado.
- Se persigue una mejora estructural del pavimento, un menor impacto ambiental y la reutilización de polímeros.
- Se aplicaron metodologías normativas, análisis de riesgos comparativos y se consideraron los efectos en la comunidad.

Ubicación del Proyecto

- Se desarrollará en Chiclayo, ciudad clave en la región Lambayeque.
- Se espera que el proyecto mejore la infraestructura vial y aporte a la sostenibilidad local.

Áreas de Influencia del Proyecto [39]

- Directa: Abarca las zonas con impactos inmediatos sobre el entorno físico, biológico y social.
- Indirecta: Comprende áreas adyacentes donde los efectos son menores pero posibles, afectando ecosistemas, flora, fauna y comunidades cercanas.

Línea de Base Ambiental [39]

- Física: Incluye clima, aire, ruido, calidad del suelo, sismicidad y recursos hídricos.
- Biológica: Se analizan flora y fauna del área.
- Socioeconómica: Se estudian la población, densidad, economía local y aspectos culturales.
- Arqueológica: No se identificaron hallazgos debido a la naturaleza del proyecto.

Plan de Manejo Ambiental

Se diseñó un plan de gestión ambiental para mitigar, corregir o prevenir efectos adversos durante todas las fases del proyecto.

Establece acciones concretas que deben cumplir los responsables del proyecto de forma eficiente [39].

Evaluación Ambiental del Proyecto

- Se aplicó la metodología de Leopold para identificar y valorar los impactos ambientales del uso de vidrio triturado y ACR en mezclas asfálticas [39].
- La evaluación consideró tanto los efectos positivos como negativos generados por las actividades del proyecto [39].

Matriz de Leopold

- Herramienta que relaciona actividades del proyecto con elementos del entorno que podrían verse afectados [40].
- Evalúa cada interacción en términos de:
 - Magnitud (M): Intensidad del impacto (1 a 10, positivo o negativo).
 - Importancia (I): Grado de influencia y duración del impacto (1 a 10, local a nacional).
- Permite medir y controlar el nivel de afectación ambiental y proponer estrategias de mitigación eficaces [40].

Tabla LXXXVI
Valoración en la Matriz de Leopold

Valor	Magnitud (M) — Descripción del Impacto	Importancia (I) — Nivel de Relevancia
10	Impacto extremadamente alto o irreversible	Relevancia crítica (impacto nacional o ecosistémico)
9	Muy alto; puede alterar gravemente un componente ambiental	Muy importante para la comunidad o biodiversidad
8	Alto; cambio notable y directo en la calidad del ambiente	Alta relevancia regional o ecológica
7	Considerable; el impacto es claro pero manejable	Importancia significativa, pero no crítica
6	Moderado-alto; efectos persistentes pero con solución técnica	Valor notable, relacionado con salud, agua o servicios básicos
5	Medio; impacto visible, pero no duradero	Moderada importancia; relevante a nivel local
4	Bajo-moderado; alteración leve con recuperación esperada	Ligera importancia o interés específico
3	Bajo; el cambio es apenas perceptible	Relevancia menor; afecta a un grupo reducido
2	Muy bajo; impacto leve, casi insignificante	Poco importante; escaso interés o efecto marginal
1	Nulo o insignificante	Sin importancia en términos ambientales o sociales

Fuente: [40]

Justificación del uso de vidrio triturado y ACR

- **Vidrio triturado**

La creciente generación de residuos sólidos urbanos, en particular el vidrio no reutilizado, representa un problema ambiental significativo debido a su lenta degradación y a la dificultad para su gestión en vertederos. En este escenario, la utilización de vidrio triturado como componente en MAC se presenta como una alternativa técnica viable y ambientalmente responsable que permite avanzar hacia un modelo de construcción más sostenible. Desde el punto de vista ingenieril, diversos estudios han demostrado que la incorporación de vidrio triturado, principalmente compuesto por sílice, puede actuar como filler mineral, mejorando ciertas propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica, como la resistencia a la deformación plástica y la estabilidad bajo carga. Aunque su comportamiento puede variar dependiendo del porcentaje y granulometría utilizada, se ha observado que un uso moderado contribuye a mejorar la relación fluencia/estabilidad y a aumentar la durabilidad frente al daño por humedad, siempre que se emplee un diseño adecuado de la mezcla [41].

En términos económicos, si bien la adición de vidrio reciclado puede representar un ligero incremento en el costo inicial de producción (debido a procesos de trituración y clasificación), este se ve compensado por la mayor vida útil del pavimento y la reducción en costos de mantenimiento a largo plazo. Además, su uso fomenta la economía circular, al reintroducir un residuo en el ciclo productivo, generando beneficios tanto económicos como sociales [41].

En este sentido, la presente investigación se justifica como una contribución técnica y práctica al desarrollo de soluciones constructivas sostenibles, que integran residuos inorgánicos con potencial de reutilización en el diseño de mezclas asfálticas en caliente, optimizando sus propiedades mecánicas sin comprometer la calidad estructural del pavimento [42].

- **Agregado de concreto reciclado**

El crecimiento acelerado del sector de la construcción ha incrementado de forma significativa la generación de residuos de concreto, provenientes principalmente de demoliciones, rehabilitaciones de infraestructura y excedentes de obra. Estos residuos, al no ser gestionados adecuadamente, se acumulan en vertederos o zonas no controladas, generando impactos negativos al medio ambiente y ocupando grandes volúmenes de espacio. En este contexto, la reutilización de dichos residuos como agregado en mezclas

asfálticas en caliente (MAC) representa una solución técnica y ambiental que contribuye a una construcción más sostenible [43].

Además, el agregado reciclado de concreto (ARC) puede incorporarse como sustituto parcial de los agregados naturales en mezclas asfálticas, aportando una textura superficial más rugosa que mejora la adherencia del ligante asfáltico y, en muchos casos, aumenta la resistencia al deslizamiento y al daño por humedad. Además, su comportamiento estructural ha demostrado ser adecuado en capas de rodadura y base, siempre que se cumplan con los requisitos granulométricos y de calidad establecidos por las normas técnicas [44].

En términos económicos, el uso de ARC permite reducir el consumo de agregados vírgenes, lo que se traduce en menores costos de extracción, procesamiento y transporte. Aunque el tratamiento inicial del residuo (trituración, clasificación y limpieza) genera un costo, este suele ser inferior al de los agregados convencionales, especialmente cuando los residuos se obtienen localmente. Esta ventaja es particularmente relevante en zonas urbanas, donde la disponibilidad de canteras está restringida y los costos logísticos son elevados [45].

Desde una perspectiva ambiental, el aprovechamiento de residuos de concreto contribuye significativamente a la reducción de residuos de construcción y demolición (RCD), disminuyendo la presión sobre los sistemas de disposición final. Asimismo, reduce la explotación de recursos naturales no renovables, alineándose con principios de economía circular y de desarrollo sostenible. Esta práctica también ayuda a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al transporte de materiales y al procesamiento de agregados vírgenes [45].

En el marco de políticas públicas y tendencias globales hacia la infraestructura verde y sostenible, la inclusión de ARC en mezclas asfálticas en caliente no solo es técnicamente factible, sino también estratégica. Esta línea de investigación aporta valor en la búsqueda de soluciones que integren desempeño técnico, viabilidad económica y responsabilidad ambiental, abriendo nuevas posibilidades para el diseño de pavimentos más resilientes y sostenibles [45].

Por estas razones, la presente investigación se justifica como una contribución relevante para el sector de la construcción, al promover el uso de materiales reciclados de alto potencial técnico en mezclas asfálticas en caliente, fomentando prácticas más responsables y eficientes en la gestión de recursos y residuos.

Según los resultados obtenidos a través de la matriz de Leopold, la muestra patrón presentó un impacto ambiental total de -294, lo que representa la mayor carga ambiental negativa entre las opciones evaluadas. En cambio, la mezcla modificada con ACR obtuvo un valor de -266, mientras que la que incorpora vidrio triturado alcanzó un impacto de -256. Estos valores reflejan una reducción significativa del impacto ambiental en ambas propuestas respecto a la mezcla convencional.

Al comparar los resultados, se observa que la mezcla con ACR reduce el impacto negativo en 28 unidades, lo que equivale a una mejora del 9.52% respecto al valor original. Por su parte, la mezcla con vidrio triturado muestra una reducción de 38 unidades, representando una disminución del 12.93% en la carga ambiental total. Estas variaciones indican que la incorporación de insumos reciclados no solo contribuye a mejorar el desempeño ambiental del proyecto, sino que también promueve la sostenibilidad mediante la valorización de residuos y la reducción de impactos en componentes clave como aire, suelo y recursos naturales. En este sentido, el uso de vidrio triturado demostró ser la opción más favorable ambientalmente, seguida de cerca por la adición de ACR.

Discusiones

La finalidad es analizar la influencia de la incorporación de vidrio molido como agregado fino y agregado compuesto reciclado como agregado grueso en las propiedades físico mecánicas de las MAC.

Respecto a la estabilidad de las mezclas asfálticas experimentales que incorporan el porcentaje óptimo de agregados reciclados (vidrio triturado y agregado reciclado compuesto - ACR), se obtuvieron valores de 1301.45 kg para tráfico pesado y 1090.93 kg para tráfico ligero. Estos resultados no solo superan ampliamente el requisito mínimo establecido en la EG-2013 [46] (413.33 kg), sino que, en el caso del tráfico pesado, exceden también la estabilidad de las mezclas asfálticas convencionales (1280 kg), lo que indica un comportamiento estructural favorable frente a cargas elevadas.

Sin embargo, al incorporar 5% y 15% de vidrio reciclado con un 30% de ACR, los valores de estabilidad obtenidos fueron 1192.43 kg y 1218.4 kg para tráfico pesado, y 960.27 kg y 1017.55 kg para tráfico ligero. Si bien siguen siendo superiores al mínimo normativo, estos resultados se encuentran por debajo de los alcanzados con mezclas

convencionales, lo que refleja una ligera disminución en la cohesión interna del material.

Esta disminución puede explicarse por dos mecanismos principales: por un lado, una baja incorporación de vidrio genera una mezcla más porosa, limitando la interacción entre la matriz asfáltica (MAC) y los agregados; por otro lado, una cantidad excesiva de vidrio reduce los vacíos de mezcla (VTM), afectando la adecuada adhesión de la MAC a los agregados reciclados. La estabilidad óptima, por tanto, depende de un equilibrio entre porosidad y compacidad.

Estudios como el Muñoz (2021) reportan que al incorporar un 4% de vidrio borosilicato en mezclas con asfalto PEN 60/70, se alcanza una estabilidad notable de 2725.2 kg, atribuida a su alto contenido de sílice (70-80%), lo cual mejora la rigidez del compuesto [11]. Asimismo, Álvarez et. al. (2021), demuestra que el reemplazo del 30% y 60% de RCD en agregados gruesos y finos incrementa la estabilidad a 1223.6 kg y 1427.6 kg respectivamente, lo que valida que la sinergia entre vidrio triturado y ACR puede ser favorable si se controla adecuadamente el porcentaje incorporado [7].

En cuanto al flujo, las mezclas con el porcentaje óptimo de reciclados alcanzaron 3.98 mm y 3.47 mm para tráfico ligero y pesado respectivamente, manteniéndose dentro de los rangos establecidos por la EG-2013: 2-5 mm para tráfico ligero y 2-3.5 mm para tráfico pesado, y alineándose con los valores de las mezclas convencionales (4.32 mm para tráfico ligero y 3.47 mm para tráfico pesado).

Cuando se incorporó 5% y 15% de vidrio con 30% de ACR, se registraron flujos de 3.89 mm y 4.06 mm, lo cual supera ligeramente el comportamiento de las mezclas convencionales para tráfico pesado, pero se mantiene dentro de parámetros aceptables. Esta tendencia sugiere que el vidrio puede actuar como un elemento que aumenta ligeramente la deformación bajo carga, particularmente si no se optimiza su granulometría o su contenido.

De acuerdo con Lancheros (2020), el uso de 5% de vidrio borosilicato con asfalto PEN 60/70 generó un flujo de 5.63 mm, superior al registrado con 4% y 6%, lo que indica

que existe una relación no lineal entre el contenido de vidrio y la deformación resultante. Por su parte, mezclas convencionales con 5% de asfalto mostraron un flujo de 5.15 mm, lo que confirma que un adecuado contenido de vidrio no solo mejora la estabilidad, sino que puede reducir el flujo si se integra en la proporción adecuada [10]. reportaron que al reemplazar un 30% y 60% de residuos de construcción y demolición (RCD) en agregados gruesos y finos, los valores de flujo obtenidos fueron de 3.6 mm y 3.4 mm, respectivamente. Estos valores se mantienen dentro del rango permitido por la normativa EG-2013, pero reflejan una tendencia hacia un ligero aumento en la deformación plástica de la mezcla. Este comportamiento es relevante al analizar la interacción del vidrio triturado con ACR. Si bien ambos materiales por separado han mostrado contribuir a una mayor estabilidad estructural, su combinación puede inducir una microestructura menos densa o más frágil, especialmente si no se controla adecuadamente la granulometría y el contenido de vacíos. El vidrio, al ser un material de superficie lisa y poco absorbente, limita la adhesión del ligante asfáltico, y al mezclarse con RCD, que presenta características heterogéneas, puede generar una matriz con menor cohesión interna [6]

Los valores obtenidos en el ensayo Lottman modificado para mezclas experimentales con agregados reciclados fueron 83.44% y 84.32% para tráfico ligero y pesado respectivamente, superando tanto el umbral mínimo de 80% según la normativa como a las mezclas convencionales (81.72% y 82.41%). Estos resultados demuestran una adecuada resistencia a la humedad y una mejor capacidad de adherencia entre la matriz asfáltica y los agregados reciclados.

Según los estándares establecidos por el ASTM, el valor del TSR representa la resistencia a la humedad de las mezclas asfálticas, siendo un indicador crítico para evaluar la durabilidad de pavimentos ante la acción del agua. En este contexto, se evaluó el desempeño de tres tipos de fillers, cemento, sílice y cal, en mezclas diseñadas para condiciones de baja temperatura. Los resultados obtenidos fueron de 82.75% para el cemento, 58.078% para la sílice y 81.72% para la cal.

Estos datos muestran claramente que tanto el cemento como la cal confieren una alta resistencia a la humedad, superando el umbral comúnmente aceptado del 80% que

indica un buen desempeño. En contraste, el filler con contenido predominante de sílice presentó un valor significativamente menor (58.078%), lo cual sugiere una eficacia intermedia. Sin embargo, es relevante destacar que este valor, aunque inferior al de los otros dos fillers, supera al de mezclas sin ningún tratamiento o adición mineral, lo que implica que la sílice, en forma de vidrio triturado reciclado, ofrece una mejora respecto al comportamiento básico de la mezcla asfáltica frente a la humedad [36].

En el ensayo de pérdida por desgaste (Cántabro), las mezclas con contenido óptimo de reciclados presentaron valores de 11.24% y 15.87% a 25°C, y 14.86% y 16.5% a 60°C para tráfico ligero y pesado respectivamente. Todos los resultados se encuentran por debajo del máximo permitido (20%) según EG-2013, lo que confirma una buena resistencia al desprendimiento por abrasión, incluso a temperaturas elevadas.

Cabe destacar que estas cifras superan a las de las mezclas convencionales, que alcanzan 12.28% y 18.42% (tráfico ligero), y 15.69% y 17.95% (tráfico pesado), lo cual evidencia que el uso de vidrio triturado y ACR reduce la pérdida de masa frente al desgaste, incluso en condiciones térmicas adversas. En comparación, [38] reportó para un diseño de pavimento poroso con 4.5% de asfalto, valores de 18.93% a 25°C y 32.61% a 60°C, lo que muestra claramente que el diseño experimental propuesto posee mejor resistencia mecánica en este tipo de ensayos.

Desde el punto de vista económico, el uso de materiales reciclados en las mezclas asfálticas implicó un aumento marginal en el costo, con incrementos del 0.05% para vías de tráfico ligero y del 0.03% para tráfico pesado, por metro cúbico, en comparación con las mezclas tradicionales. Sin embargo, esta diferencia es prácticamente insignificante y se ve compensada por una mejora notable en la relación fluencia/estabilidad, lo que se traduce en una mayor eficiencia estructural por cada unidad de inversión. En consecuencia, las mezclas con materiales reciclados representan una alternativa más rentable en el mediano y largo plazo, especialmente en condiciones de alto volumen de tránsito.

La aplicación de la matriz de Leopold revela un beneficio ambiental considerable al incorporar materiales reciclados. La mezcla patrón presentó un impacto ambiental total de -294, reflejando la mayor carga negativa. En cambio, las mezclas con ACR y vidrio

reciclado mostraron reducciones del impacto en un 9.52% y 12.93% respectivamente, evidenciando una clara mejora ambiental.

Esto respalda no solo la viabilidad técnica, sino también la viabilidad ecológica del uso de materiales reciclados en mezclas asfálticas. De particular interés es el vidrio triturado, que destaca como la alternativa más beneficiosa desde el punto de vista ambiental, gracias a su capacidad de reducir los impactos negativos sobre el aire, el suelo y los recursos naturales. En conjunto, estos resultados fortalecen el argumento de que la valorización de residuos representa una estrategia integralmente efectiva para minimizar la huella ambiental en proyectos de infraestructura vial.

Conclusiones

- La estabilidad de las mezclas experimentales del % óptimo de vidrio triturado para tráfico ligero y pesado fueron superiores al requerimiento de la EG-2013 (para el tráfico ligero resultó 1090 kg, mientras que para el pesado; 1301 kg, resultando una diferencia entre ellos del 17%); sin embargo, solo el tráfico pesado superó al convencional (en 1.64% superando al convencional de 1280 kg con el pesado de 1301.45 kg), esto indica a que de ejecutarse mayor cantidad de golpes (en campo significaría mayor grado de compactación) las partículas de vidrio triturado se consolidarían de mejor manera y por lo tanto traerían consigo mayor estabilidad en las MAC.
- Por otra parte, se ha evidenciado en otros estudios, que mayor cantidad de sílice aporta a mayor estabilidad en las MAC, como se observó al aplicar vidrio borosilicato en un 4%. En contraste, al aplicar RCD en un 30% para agregado grueso y fino alcanzó valores menores comparado al estar mezclado con vidrio triturado. Aquello indica que la incorporación de vidrio es esencial en las MAC compuestas de elementos reciclados.
- La deformación presentada por las MACs experimentales del % óptimo fueron menores a las convencionales, esto se debe a que al estar la incorporación de vidrio triturado en un rango medio (10%) las partículas son suficientes para consolidarse (no están en poca cantidad, pues de ser así dejarían muchos poros, ni están muy aglomeradas, pues presentarían pocos VTM).

- En el ensayo de Lottman todos los experimentales óptimos superaron el valor mínimo de 80%; así como a las mezclas asfálticas convencionales; por otra parte, en otro estudio, se observó que la alta presencia de sílice no brinda valores confiables de TSR (58%). La sílice es un componente presente en diferentes cantidades según el tipo de vidrio, por lo tanto, es un compuesto a tener en cuenta al implementar el vidrio en las MAC.
- Respecto a la resistencia al desgaste (cántabro), todos los experimentales presentaron % de pérdida menores al 20% exigido por la EG, así también lo fueron respecto a las convencionales.
- El costo por metro cúbico de implementar vidrio triturado y ACR, son algo mayores a las mezclas convencionales, además su relación costo beneficio (donde el benefició es la relación flujo sobre estabilidad) para el tráfico ligero es mucho mayor respecto al tráfico pesado (0.24 sobre 0.18 respectivamente).
- Se concluye que la incorporación de materiales reciclados, especialmente el vidrio triturado, reduce significativamente el impacto ambiental de las mezclas analizadas. Esto demuestra que su uso no solo es viable, sino también favorable para promover prácticas más sostenibles en la construcción.

Recomendaciones

- Se debe considerar mayor grado de compactación al implementar vidrio triturado como agregado fino acompañado de RCD como agregado grueso, ya que según la investigación realizada mayor número de golpes garantiza mayor estabilidad.
- El contenido de sílice aporta a la estabilidad, aun así respecto al TSR, se evidenció que la cantidad de sílice debe ser media, para asegurar que el flujo y el índice de resistencia a la tracción sean las adecuadas.
- Es conveniente implementar el uso de vidrio triturado y ACR debido a que su costo es ínfimamente superior a las convencionales, además que su relación estabilidad /flujo es considerablemente mayor frente a las mismas.
- En campo, se debe verificar la durabilidad y fragilidad del vidrio triturado al aplicarlo como agregado fino, así también, realizar su composición química de acuerdo al tipo de vidrio que se desea implementar.

- En base a lo conseguido en la siguiente investigación, se propone realizar con otros tipos de vidrio (templado, borosilicato) en porcentajes similares, su influencia en las MAC, al ir acompañados de RCD, o cualquier otro tipo de material reciclado.
- En otras investigaciones, se debe considerar la resistencia al ahuellamiento (mediante la rueda de Hamburgo) para determinar como el vidrio triturado como agregado fino influencia en la durabilidad de las MAC.

Referencias

- [1] K. N. Freire Alvear, "The Use of Crushed Glass in Asphalt Mixtures with the Aim of Reducing Pollution," Repository of the Catholic University of Ecuador, Quito, Ecuador, 2018.
- [2] G. A. Revelo López, "Stabilization of porous asphalt mixtures through the inclusion of glass and metallic fibers," Universidad Nacional de Guayaquil, Guayaquil, 2016.
- [3] J. N. P. A. y. S. E. C. A. S. Montoya Rodriguez, "Analysis of adhesion additives in asphalt mixtures with recycled concrete aggregate," Universidad Piloto de Colombia, Colombia, 2022.
- [4] E. García Ccanto, "Study of the Addition of Ground Glass in the Thermal Gradient of Hot Mix Asphalt in Huancayo, 2019," Universidad Nacional del centro del Perú, Huancayo, 2019.
- [5] D. Bautista Corrales y W. F. Zababuru López, "Addition of Ground Glass and Recycled Tires in Hot Mix Asphalt for Flexible Pavement," Repositorio Universidad César Vallejo, Lima, 2022.
- [6] E. F. V. M. y. L. I. S. Calleja, "Evaluation of a Glass-Fine Modified Hot Mix Asphalt Using the Marshall Methodology," Repositorio Universidad Santo Tomás, Colombia, 2021.
- [7] D. A. Alvarez and R. Moll Martínez y G. González Guerra, "Influence of Using CDW as Aggregate in Hot Asphalt Mixtures," *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, vol. 11, no. 1, pp. 1-14, 2021.
- [8] P. y. M. G. y. J. T. I. Pérez, "Propiedades mecánicas de mezclas bituminosas en caliente elaboradas con áridos reciclados procedentes de residuos de construcción y demolición," *Materiales de Construcción*, vol. 57, no. 285, pp. 17-29, 2007.
- [9] C. U. Espino González, "Study of the Behavior of Asphalt Mixtures with Recycled Concrete Aggregate (RCA)," Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, México, 2017.
- [10] R. R. M. L. M. Lancheros Ovalle, "Evaluation of the Monotonic Load Resistance of a Hot Mix Asphalt MDC-25 by Replacing Part of the Coarse Aggregate Fraction with Recycled Concrete Stabilized with Lime," Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogota D.C, 2020.
- [11] J. K. P. Muñoz, "Mechanical Behavior of Hot Asphalt Mixtures Adding Borosilicate Glass for Flexible Pavements on Av. La Cultura, Cusco 2021," Repositorio

- Universidad César Vallejo, Cusco, 2021.
- [12] J. Torres Martínez, "Use of Recycled Glass in the Design of Asphalt Mixtures for Av. Chulucanas Between Av. Sánchez Cerro and Av. Principal de Santa Margarita-Piura, 2018," Repositorio Universidad Cesar Vallejo, Piura, 2019.
- [13] D. A. Villegas Silva, "Design of Asphalt Pavement Using Fiber Glass Geogrids in Urbanization El Ingeniero I, Chiclayo," Repositorio Universidad César Vallejo, Chiclayo, 2018.
- [14] B. B. Soberon Monja, "Study on the Effect of Ground Recycled Glass on the Engineering Properties of Major Construction Materials," Repositorio Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2019.
- [15] MTC E 107, "Grain Size Analysis of Soils by Sieving," ASTM D 422 y AASHTO T 88, 2000. [Online]. Available: <https://n9.cl/d0mvn> . [Accessed Junio 2024].
- [16] M. E. 206, "Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregates," ASTM C 127 y AASHTO T 85, 2000. [Online]. [Accessed 2024].
- [17] MTC E 207, "Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregates: ASTM C 131 y AASHTO T 96 y ASTM C 535," 2000.
- [18] MTC E 219, "Soluble Salts in Aggregates for Flexible Pavements," 2020. [Online]. Available: <https://n9.cl/2cspv> .
- [19] A. D. -. 2419, "Method for Determining the Sand Equivalent," AASHTO T 176 – 00, [Online]. Available: <https://n9.cl/wjtaz> .
- [20] MTC E 210 y ASTM D 5821, "Test for Percentage of Fractured Faces in Aggregates," 2014. [Online]. Available: <https://n9.cl/wincg> .
- [21] A. T. 2. ASTM D 2041, "Rice Test," 2014. [Online]. Available: <https://n9.cl/e9qei> .
- [22] A. T. 2. ASTM D 1559, "Ensayo Marshall," [Online]. Available: <https://n9.cl/2cspv> .
- [23] A. C. 88, "Durability Test," 2014. [Online]. Available: <https://n9.cl/15vcl8> .
- [24] A. 4318 and M. E. 111, "Índice de plasticidad," 2018. [Online]. Available: <https://n9.cl/u6lgz> .
- [25] MTC E 515, "Characterization of Open Bituminous Mixtures through the Cantabro Test for Loss by Wear," 2018. [Online]. Available: <https://n9.cl/jwyon> .
- [26] AASHTO T 283, "Standard Testing Method for the Resistance of Compact Asphalt Mixtures to Moisture-Induced Damage," 2018. [Online]. Available: <https://n9.cl/fcwou> .
- [27] C. F. Cruz Castillo, "Design of Char and Char-Biomass Mixtures for the Production of Gasifiable Briquettes in Fixed-Bed Reactors," Repositorio Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2018.
- [28] M. F. F. J. A. G. L. H. D. A. P. Garnica Anguas, "Geomechanical Characterization of Asphalt Mixtures," Laboratorios de infraestructura, México, 2005.
- [29] A. O. S. Minaya, "Diseño de mezclas asfálticas".
- [30] A. Padilla Rodríguez, "Mezclas asfálticas: Cap. 3.," Lima, 2018.
- [31] MTC, "Materiales asfálticos, aditivos y mezclas," in *Parte 4. Materiales para pavimentos*,., Calidad de materiales asfálticos, 2018, p. Cap. 1.
- [32] "Manual De Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción," 2013. [Online]. Available: <https://bit.ly/3mk85Rm>. [Accessed Mayo 2025].
- [33] "AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad," NTP 339.127, Lima, 2019.

- [34] "AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados," Norma Técnica NTP 400.017, Lima, 2018.
- [35] "AGREGADOS: Método de ensayo para análisis granulométrico," NTP 339.128, Lima, 2019.
- [36] "Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotary Shear Method," ASTM C944-99, Lima, 2017.
- [37] "Método de ensayo para determinar el límite de plasticidad," NTP 339.129, Lima, 2019.
- [38] "Método Lottman," ASTM D 4867, Lima, 2015.
- [39] "Plan de manejo Ambiental," MEASURES FOR THE PREVENTION, MITIGATION OR CORRECTION OF ENVIRONMENTAL IMPACTS, 2020. [Online]. Available: https://www.senace.gob.pe/archivos/wp-content/uploads/filebase/ap-ciu/6-Plan-de-Manejo-Ambiental.pdf?wpfb_dl=6804.
- [40] "Matriz de Leopold," 2024. [Online]. Available: <https://evaluaciondeimpactoambiental.com/matriz-de-leopold-evaluando-los-impactos-ambientales/>. [Accessed Abril 2025].
- [41] "El vidrio, ¿cómo se recicla y qué se obtiene como resultado?," INTERNACO, 2023. [Online]. Available: <https://internacomedioambiente.es/el-vidrio-como-se-recicla-y-que-se-obtiene-como-resultado/>. [Accessed Junio 2025].
- [42] "Objetivos de desarrollo sostenible," 2015. [Online]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>. [Accessed 2021].
- [43] A. Tovar, "El botadero más grande del Perú sigue abierto siete años después de recomendarse su cierre," 2022. [Online]. Available: <https://saludconlupa.com/medio-ambiente/el-botadero-mas-grande-del-peru-sigue-abierto-siete-anos-despues-de-recomendarse-su-cierre/>. [Accessed 2025].
- [44] J. G. Bastidas Martínez , J. M. Sánchez Losada and H. A. Rondón Quintana , "Evaluación de una mezcla asfáltica con incorporación de agregados reciclados de concreto tratados superficialmente con una solución química de sulfato de magnesio," *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 32, no. 1, pp. 9-23, 2022.
- [45] "AGREGADOS RECICLADOS: ¿QUÉ Y PARA QUÉ?," REDACCIÓN 360 EN CONCRETO, 2024. [Online]. Available: <https://360enconcreto.com/blog/detalle/agregados-reciclados-que-y-para-que/>. [Accessed Mayo 2025].
- [46] A. C. 128, "Standard Test Method for Determining the Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate," 2007. [Online].
- [47] O. F. Lizcano Garzon and D. A. Ramos Felix, "Estudio del comportamiento físico-mecánico de mezclas asfálticas modificadas con llenante mineral de ceniza de la cascarilla resultante de la molienda del arroz," Universidad Católica de Colombia, Colombia, 2020.
- [48] O. J. R. Guerrero Barreno, «Diseño de una escombrera para residuos de construcción y/o demolición en el distrito de San José, departamento Lambayeque, 2022», 2023, Accedido: 11 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/6403>

Anexos

ANEXO 01: DECLARACIÓN JURADA

DECLARACIÓN JURADA

Yo, **GUEVARA VARGAS JHON KLISMAN**, de nacionalidad peruana; con documento nacional de identidad N° 74416691, domiciliado en el distrito San José, Provincia de Chiclayo, estudiante de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, del curso de Proyecto de Tesis - Ciclo académico 2023-I DECLARO BAJO JURAMENTO que:

Verifiqué la no duplicidad del proyecto de tesis titulado **Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino**, de verificarse que si existe el tema antes mencionado me pongo a plena disposición para las sanciones emitidas por la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo según corresponda.

Chiclayo, 19 de junio del 2023



(firma)



Huella
Dactilar

ANEXO 02: ENSAYOS

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS



INFORME N° LEM USAT 002-2024-II

FECHA: 21 de octubre 2024

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Guevara Vargas Jhon Klisman

TITULO DE LA TESIS: Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Análisis granulométrico de agregados gruesos y finos, RCD y residuos de Vidrio.
- Gravedad específica y absorción de agregados gruesos y finos, RCD y residuos de Vidrio.
- Ensayo de contenido de humedad de agregados gruesos y finos
- Ensayo de equivalente de arena.
- Sales solubles totales agregado fino y agregado grueso, RCD y residuos de Vidrio.
- Durabilidad (al sulfato de magnesio) del agregado grueso y fino, RCD y residuos de Vidrio.
- Índice de plasticidad (malla n°40).
- Índice de plasticidad (malla n°200).
- Determinación de partículas chatas y alargadas.
- Ensayo de abrasión por medio de la máquina de los ángeles.
- Ensayo de Estabilidad y Flujo.
- Ensayo del peso específico de las briquetas.
- Ensayo de la densidad máxima teórica.
- Ensayo Cántabro de pérdida por desgaste.
- Ensayo de Lottman Modificado.

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto


 Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Responsable de Lab. Ing. Civil Ambiental



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



FORMATO DE ENSAYO

Tesista : Guevara Vargas Jhon Klisman
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 14 de Septiembre 2023

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Arena Amarilla - Cantera La Victoria-Pátapo.

I. - Datos

A. - Peso de muestra húmeda	(gr.)	2560	2560
B. - Peso de muestra seca	(gr.)	2546	2546
C. - Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D. - Contenido de humedad	(%)	0.55	0.55
E. - Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.55	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Piedra Chancada - Tres Tomas

I. - Datos

A. - Peso de muestra húmeda	(gr.)	5280	5280
B. - Peso de muestra seca	(gr.)	5268	5268
C. - Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D. - Contenido de humedad	(%)	0.2	0.2
E. - Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.23	



Henry Rindoneyra Obilias
Tec. Laboratorio USAT






UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Formato interno de ensayo

ESCUELA : Escuela Ingeniería Civil Ambiental
TESISTA : Guevara Vargas Jhon Klisman
TESIS : "Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
UBICACIÓN : Chiclayo - Lambayeque
FECHA DE ENSAYO : Chiclayo, 19 de Septiembre

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

NORMA : NTP 339.152 / USBR E - 8

Cantera : Tres tomas
Muestra : Agregado Fino
Profundidad

Muestra usada	g.	50	50
Agua destilada usada	ml	250	250

01	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		5.00	5.00
02	Número de beaker		1	2
03	Peso de beaker	g.	49.65	31.56
04	Peso de beaker + residuo de sales	g.	49.66	31.58
05	Peso de residuo de sales	(4)-(3) g.	0.01	0.02
06	Volumen de la solución tomada	ml	50	50
07	Constituyentes de sales solubles totales	$[(5) \times (1000000)] / (6) \times (1)$ ppm	1000	2000
08	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(7) / 10000 (%)	0.10	0.20
		PROMEDIO (ppm) =	1500	
		PROMEDIO (%) =	0.15	



Henry Rindensyra Obillus
 Tec. Labor. Suelos
 USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



FORMATO DE ENSAYO

TESISTA : Guevara Vargas Jhon Klisman
ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
TESIS : "Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino".
Ubicación : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
Fecha de ensayo : Chiclayo, 15 de Septiembre del 2023

Ensayo : AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por metodo de sulfato de sodio o sulfato de magnesio

Referencia : NORMA N.T.P. 400.016 ASTM C-88

Cantera : Cantera Patapo

Muestra : Agregado Fino

Inalterabilidad del agregado fino: Análisis cuantitativo.

Tamaño de los tamices		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
Pasa	Retiene	Gradacion Original (peso)	Gradacion de muestra Original (%)	Peso de las Fracciones comprendido antes de ensayo (g)	Peso Ret. despues del ensayo (g)	Pérdida Total (%)	Pérdida Corregida (%)
3/8"	Nº 4	145.6	15.2	100	94.6	5.4	0.8
9.5 mm	4.75 mm						
Nº 4	Nº 8	124.6	13.0	100	93.4	6.6	0.9
4.75 mm	2.36 mm						
Nº 8	Nº 16	116.9	12.2	100	92.4	7.6	0.9
2.36 mm	1.18 mm						
Nº 16	Nº 30	121.3	12.7	100	94.3	5.7	0.7
1.18 mm	600 µm						
Nº 30	Nº 50	132.1	13.8	100	86.4	13.6	1.9
600 µm	300 µm						
Nº 50	Nº 100	175.6	18.3	100	90.3	9.7	1.8
300 µm	150 µm						
Nº 100		142.6	14.9	100	88.2	11.8	1.8
150 µm							
Totales		958.7	100.0	700	639.6		8.7

Observaciones :

- Solución usada : Sulfato de Magnesio (densidad = 1.305 gr/cm3)

(*) Cantidades mínimas; se pueden emplear muestras de mayor tamaño.

(**) Se utiliza la pérdida de la fracción más próxima por ser el porcentaje original <5%

(2) Fracción pesadas de acuerdo con límites de la tabla.

(3) Fracciones pesadas después del ensayo

(4) = $\frac{(2)-(3)}{(3)} \times 100$

(2)

(5) = $\frac{(1) \times (4)}{(100)}$

(100)



Henry Rivadeneira Obllitas
Ing. Civil
USAT
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORVIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



FORMATO INTERNO

Tesista : Guevara Vargas Jhon Klisman
Escuela : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
Tesis : "Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
Lugar : Chiclayo- Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo, 22 de Septiembre del 2023

Ensayo : SUELOS. Metodo de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.
Referencia : NTP 339,146 - EG - 2000

EXAMEN CUANTITATIVO

Muestra : Arena
Cantera : Tres Tomas

I.- DATOS

MUESTRA N°	1	2	3
TAMAÑO MAXIMA (mm.)	N° 4	N° 4	N° 4
ALTURA MAXIMA DEL MATERIAL FINO (cm.)	6.10	6.15	6.15
ALTURA MAXIMA DE LA ARENA (cm.)	3.70	3.85	3.65
EQUIVALENTE DE ARENA	60.66 %	62.60 %	59.35 %
EQUIVALENTE DE ARENA (EA)	61 %		
ESPECIFICACION DE ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA MTC E-114 (Ref. EG-2000):			
Mínimo : 60 % Mínimo			

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el Solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



FORMATO INTERNO

Tesista : Guevara Vargas Jhon Klisman
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
Lugar : Chiclayo- Lambayeque
Fecha de ensayo : Chiclayo 18 de septiembre del 2023

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

CANTERA: Cantera la Victoria - Patapo
Muestra: Agregado Fino

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico		
	12	15	16	20		
N° de tarro	12	15	16	20		
N° de golpes	35	23	14			
Tarro + suelo húmedo	36.6	40.5	41.5	12.6		
Tarro + suelo seco	36.6	40.5	41.5	12.6		
Agua	0	0	0	0		
Peso del tarro	20.6	19.5	21.6	9.10		
Peso del suelo seco	15	21	19.9	3.5		
Porcentaje de humedad	0.00	0.00	0.00	0.00		

CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	0.00
Límite Plástico	0.00
Índice de Plasticidad	0.00



Henry Rivadeneira Obillos
Téc. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



FORMATO INTERNO

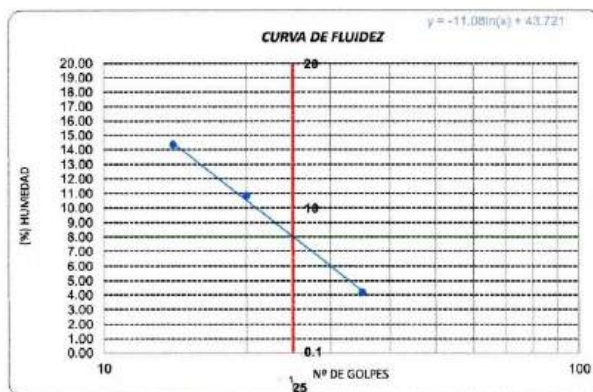
Tesista : Guevara Vargas Jhon Klisman
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : "Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
 Lugar : Chiclayo- Lambayeque
 Fecha de ensayo : Chiclayo 18 de septiembre del 2023

ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico	
	12	15	16	20	
N° de tarro	12	15	16	20	
N° de golpes	35	20	14		
Tarro + suelo húmedo	33.56	23.16	28.48	14.6	
Tarro + suelo seco	32.5	21.6	25.9	14.16	
Agua	1.06	1.56	2.58	0.44	
Peso del tarro	7.27	7.21	7.96	3.36	
Peso del suelo seco	25.23	14.39	17.94	10.8	
Porcentaje de humedad	4.20	10.84	14.38	4.07	

CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	8.05
Límite Plástico	4.07
Índice de Plasticidad	3.98



Observaciones:





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



FORMATO INTERNO

Tesista : Guevara Vargas Jhon Klisman
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
Lugar : Chiclayo - Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo 14 de Septiembre

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Arena Amarilla - Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + F	(g)	964.6	964.6
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	709.4	709.4
3.- Peso del Agua	(g)	255.15	255.15
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	707.4	707.4
5.- Peso del Frasco	(g)	209.4	209.4
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	498	498
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.034
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.042
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.051
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.40

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Cantera : Piedra Chancada - Tres Tomas

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	3990	3990
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	4010	4010
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del ca	(g)	3320	3320
4.- Peso de la canastilla	(g)	910	880
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	2410	2440

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.517
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.530
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.550
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.50



Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. LABORATORIO
USAT
Laboratorio de Suelos
USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



FORMATO DE ENSAYO

Tesista : Guevara Vargas Jhon Klisman
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 14 de Septiembre 2023

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Arena Amarilla - Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	2560	2560
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	2546	2546
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.55	0.55
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.55	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Piedra Chancada - Tres Tomas

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	5280	5280
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	5268	5268
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.2	0.2
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.23	



Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



FORMATO DE ENSAYO

TESISTA : Guevara Vargas Jhon Klisman
ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
TESIS : "Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino".
Ubicación : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
Fecha de ensayo : Chiclayo, 15 de Septiembre del 2023

Ensayo : AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por metodo de sulfato de sodio o sulfato de magnesio
 Referencia : NORMA N.T.P. 400.016 ASTM C-88

Cantera : Tres Tomas

Muestra : Agregado Grueso

Ubicación : Chiclayo - Lambayeque

Inalterabilidad del agregado grueso: Análisis cuantitativo.

Tamaño de los tamices		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
Pasa	Retiene	Gradacion Original (peso)	Gradacion de la Muestra Originales (%)	Peso de las Fracciones comprendido antes del ensayo (g)	Nº de Particulas	Peso Ret. despues del ensayo (g)	Pérdida Total (%)	Pérdida Corregida (%)	Nº de Particulas
2 1/2" 63 mm	2" 50 mm	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0
2" 50 mm	1 1/2" 37.5 mm	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0
1 1/2" 37.5 mm	3/4" 19 mm	1754	73.7	0	0	0	0.0	0.0	0
3/4" 19 mm	1/2" 12.5 mm	325	13.6	177.4	23	136.5	23.1	3.1	16
1/2" 12.5 mm	3/8" 9.5 mm	178.6	7.5	85.7	23	56.2	34.4	2.6	14
3/8" 9.5 mm	Nº 4 4.75 mm	123.4	5.2	57.2	23	41.5	27.4	1.4	
Totales		2381	100.0	320.3		234.2		7.2	

Obsevaciones

- (2) Fracción pesadas de acuerdo con límites de la tabla.
 (3) Contadas antes del ensayo.
 (4) Fracciones pesadas sepués del ensayo.
 (5) = $\frac{(2)-(4)}{(2)} \times 100$
 (6) = $\frac{(1) \times (5)}{(100)}$
 (7) Se cuentan todas aquéllas no desintegradas después del ensayo.



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



FORMATO INTERNO

Tesista : Guevara Vargas Jhon Klisman
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
Lugar : Chiclayo- Lambayeque
Fecha de ensayo : Chiclayo 12 de Septiembre del 2023

Ensayo RESISTENCIA AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 1/2") POR MEDIO DE LA MAQUINA DE LOS ANGELES

Referencia Norma MTC E 207 / ASTM C-131

Cantera : *Cantera Tres Tomas*

Muestra : *Agregado grueso*

Profundidad

I.- Granulometría global

Mallas	Peso	%	Método
Pasa	Retiene	retenido	retenido
1 1/2"	1"	0.0	0.0
1"	3/4"	0.0	0.0
3/4"	1/2"	2500.0	50.0
1/2"	3/8"	2500.0	50.0
Total		5000.0	100.0
			5000.3

II.- Ensayo de Abrasión

- Peso inicial antes del ensayo	5000.0
- Peso final después de las 200 revoluciones	4790.0
- Peso final después de las 500 revoluciones	4650.0

III.- Cálculos

- % de desgaste por abrasión	7.0
- % de uniformidad	0.6

OBSERVACIONES :

NOTA :

- Método de ensayo a usar: Gradación "B", Nº de esferas : 11, Revoluciones : total 500



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. LABORATORIO USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Formato interno de ensayo

ESCUELA: ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
TESISTA : Guevara Vargas Jhon Kleiman
ESCUELA: :Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
TESIS : "Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
UBICACIÓN Chiclayo - Lambayeque
FECHA DE ENSAYO Chiclayo 15 de Septiembre del 2023

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.
NORMA : NTP 339.152 / USBR E - 8

Cantera	: Tres tomas	Muestra usada	g.	50	50
Muestra	Agregado Grueso	Agua destilada usada	ml	250	250
Profundidad					

01	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		5.00	5.00
02	Número de beaker		1	2
03	Peso de beaker	g.	49.65	31.56
04	Peso de beaker + residuo de sales	g.	49.66	31.57
05	Peso de residuo de sales	(4)-(3)	g.	0.01
06	Volumen de la solución tomada	ml	50	50
07	Constituyentes de sales solubles totales	$[(5) \times (1000000)] / (6) \times (1)$	ppm	1000
08	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	$(7) / 10000$ (%)		0.10
		PROMEDIO (ppm) =		1000
		PROMEDIO (%) =		0.10



Henry
 Rivadeneyra
 Oblitas
 Tec. Laboratorio
 USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



FORMATO INTERNO

Tesista : Guevara Vargas Jhon Klisman
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
Lugar : Chiclayo - Lambayeque
Fecha de emisión : Chiclayo 14 de Septiembre

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Arena Amarilla - Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + F	(g)	964.6	964.6
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	709.4	709.4
3.- Peso del Agua	(g)	255.15	255.15
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	707.4	707.4
5.- Peso del Frasco	(g)	209.4	209.4
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	498	498
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.034
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.042
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.051
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.40

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Cantera : Piedra Chancada - Tres Tomas

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	3990	3990
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	4010	4010
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del ca	(g)	3320	3320
4.- Peso de la canastilla	(g)	910	880
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	2410	2440

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.517
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.530
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.550
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.50



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. LABORATORIO USAT
USAT Universidad Católica del Perú



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Formato interno de ensayo

ESCUELA: : Ingeniería Civil Ambiental
TESISTA: : Guevara Vargas Jhon Klisman
 "Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
TESIS :
LUGAR : Chiclayo - Lambayeque
FECHA DE ENSAYO : Chiclayo, 25 de Septiembre 2023

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

NORMA : NTP 339.152 / USBR E - 8

Cantera : Tres tomas

Muestra : Vidrio

Profundidad

Muestra usada	g.	50	50
Agua destilada usada	ml	250	250

01	Relación de la mezcla suelo - agua destilada		5.00	5.00
02	Número de beaker		1	2
03	Peso de beaker	g.	32.50	32.50
04	Peso de beaker + residuo de sales	g.	32.51	32.51
05	Peso de residuo de sales	(4)-(3) g.	0.01	0.01
06	Volumen de la solución tomada	ml	50	50
07	Constituyentes de sales solubles totales	$[(5) \times (1000000)] / (6) \times (1)$ ppm	1000	1000
08	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	(7) / 10000 (%)	0.10	0.10
		PROMEDIO (ppm) =	1000	
		PROMEDIO (%) =	0.10	



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



FORMATO DE ENSAYO

TESISTA : Guevara Vargas Jhon Klisman
ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
TESIS : "Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino".
Ubicación : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
Fecha de ensayo : Chiclayo, 15 de Septiembre del 2023

Ensayo : AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por metodo de sulfato de sodio o sulfato de magnesio

Referencia: NORMA N.T.P. 400.016 ASTM C-88

Muestra : VIDRIO

Inalterabilidad del agregado fino: Análisis cuantitativo.

Tamaño de los tamices		Gradacion Original (peso)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Pasa	Retiene		Gradacion de la muestra Original (%)	Peso de las Fracciones comprendido antes de ensayo (g)	Peso Ret. despues del ensayo (g)	Pérdida Total (%)	Pérdida Corregida (%)
3/8"	Nº 4	145.6	15.2	100	94.6	5.4	0.8
9.5 mm	4.75 mm						
Nº 4	Nº 8	124.6	13.0	100	93.4	6.6	0.9
4.75 mm	2.36 mm						
Nº 8	Nº 16	116.9	12.2	100	92.4	7.6	0.9
2.36 mm	1.18 mm						
Nº 16	Nº 30	121.3	12.7	100	94.3	5.7	0.7
1.18 mm	600 µm						
Nº 30	Nº 50	132.1	13.8	100	86.4	13.6	1.9
600 µm	300 µm						
Nº 50	Nº 100	175.6	18.3	100	90.3	9.7	1.8
300 µm	150 µm						
Nº 100		142.6	14.9				
150 µm							
Totales		958.7	100.0	600	551.4		7.0

Observaciones :

- Solución usada : Sulfato de Magnesio (densidad = 1.305 gr/cm3)

(*) Cantidades mínimas; se pueden emplear muestras de mayor tamaño.

(**) Se utiliza la pérdida de la fracción más próxima por ser el porcentaje original <5%

(2) Fracción pesadas de acuerdo con límites de la tabla.

(3) Fracciones pesadas después del ensayo

(4) = (2)-(3) x 100

(2)

(5) = (1)*(4)

(100)



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. LABORATORIO USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIVIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



FORMATO INTERNO

Tesista : Guevara Vargas Jhon Klisman
 Escuela : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 Tesis : "Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
 Lugar : Chiclayo- Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 22 de Septiembre del 2023

Ensayo : SUELOS. Metodo de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.
 Referencia : NTP 339,146 - EG - 2000

EXAMEN CUANTITATIVO

Muestra : VIDRIO

I.- DATOS

MUESTRA N°	1	2	3
TAMAÑO MAXIMA (mm.)	Nº 4	Nº 4	Nº 4
ALTURA MAXIMA DEL MATERIAL FINO (cm.)	6.95	6.70	6.65
ALTURA MAXIMA DE LA ARENA (cm.)	4.50	4.20	4.15
EQUIVALENTE DE ARENA	64.75 %	62.69 %	62.41 %
EQUIVALENTE DE ARENA (EA)	64 %		
ESPECIFICACION DE ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA MTC E-114 (Ref. EG-2000):			
Minimo : 60 % Minimo			

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el Solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Henry Rivaldeyra Obillas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



FORMATO DE ENSAYO

Tesista : Guevara Vargas Jhon Klisman
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
Lugar : Chiclayo- Lambayeque
Fecha de ensayo : Chiclayo 23 de septiembre del 2023

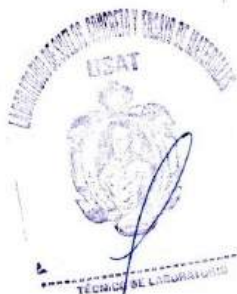
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.131

MUESTRA : VIDRIO

Datos de ensayo.	Límite líquido			Límite Plástico		
	12	15	16	20		
N° de tarro	12	15	16	20		
N° de golpes	35	23	14			
Tarro + suelo húmedo	30.6	36.5	40.2	11.5		
Tarro + suelo seco	30.6	36.5	40.2	11.5		
Agua	0	0	0	0		
Peso del tarro	20.6	19.5	21.6	9.10		
Peso del suelo seco	10	17	18.6	2.4		
Porcentaje de humedad	0.00	0.00	0.00	0.00		

CONSISTENCIA FÍSICA DE LA MUESTRA	
Límite Líquido	0.00
Límite Plástico	0.00
Índice de Plasticidad	0.00



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



FORMATO DE ENSAYO

Tesista : Guevara Vargas Jhon Klisman
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis "Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión Chiclayo, 21 de Septiembre 2023

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino

Referenci : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Muestra : VIDRIO

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + F	(g)	944.6	944.6
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	709.4	709.4
3.- Peso del Agua	(g)	235.15	235.15
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	708.4	708.4
5.- Peso del Frasco	(g)	209.4	209.4
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	499	499
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	1.884
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	1.888
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	1.891
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.20

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Muestra : Agregado de Concreto Reciclado

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	3890	3890
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	3910	3910
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del agua	(g)	3310	3310
4.- Peso de la canastilla	(g)	900	870
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	2300	2330

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.439
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.451
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.470
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.51



Henry Rivadeneyra Obillas
Téc. Laboratorio USAT
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Formato interno de ensayo

ESCUELA : ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

TESISTA : Guevara Vargas Jhon Kleman

TESIS : Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino

UBICACIÓN : Chiclayo - Lambayeque

Fecha de Ensayo: Chiclayo, 23 de Septiembre 2023

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterránea.

NORMA : NTP 339.152 / USBR E - 8

Muestra	Agregado de Concreto Reciclado	Profundidad	Muestra usada	g	50	50
			Agua destilada usada	ml	250	250
01	Relación de la mezcla suelo - agua destilada				5.00	5.00
02	Número de beaker				1	2
03	Peso de beaker			g.	32.60	32.60
04	Peso de beaker + residuo de sales			g.	32.65	32.65
05	Peso de residuo de sales	(4)-(3)		g.	0.05	0.05
06	Volumen de la solución tomada			ml	50	50
07	Constituyentes de sales solubles totales	$[(5) \times (1000000)] / (6) \times (1)$		ppm	5000	5000
08	Constituyentes de sales solubles totales en peso seco	$(7) / 10000$ (%)		(%)	0.50	0.50
					PROMEDIO (ppm) =	5000
					PROMEDIO (%) =	0.50



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



TESISTA : Guevara Vargas Jhon Klisman
ESCUELA : INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
TESIS : "Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino".
Ubicación : CHICLAYO-LAMBAYEQUE
Fecha de ensayo : Chiclayo, 15 de Septiembre del 2023

Ensayo : AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por metodo de sulfato de sodio o sulfato de magnesio
Referencia : NORMA N.T.P. 400.016 ASTM C-88

Cantera : Tres Tomas
Muestra : Agregado de concreto Reciclado ACR
Ubicación : Chiclayo - Lambayeque

Inalterabilidad del agregado grueso: Análisis cuantitativo.

Tamaño de los tamices		Gradacion Original (peso)	Gradacion de la Muestra Originales (%)	Peso de las Fracciones comprendido antes del ensayo (g)	Nº de Partículas	Peso Ret. despues del ensayo (g)	Pérdida Total (%)	Pérdida Corregida (%)	Nº de Partículas
Pasa	Retiene								
2 1/2" 63 mm	2" 50 mm	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0
2" 50 mm	1 1/2" 37.5 mm	0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0
1 1/2" 37.5 mm	3/4" 19 mm	1754	73.7	0	0	0			0
3/4" 19 mm	1/2" 12.5 mm	325	13.6	167.7	23	136.5	18.6	2.5	16
1/2" 12.5 mm	3/8" 9.5 mm	178.6	7.5	87.4	23	56.2	35.7	2.7	14
3/8" 9.5 mm	Nº 4 4.75 mm	123.4	5.2	55.7	23	41.5	25.5	1.3	
Totales		2381	100.0	310.8		234.2		6.5	

Obsevaciones

- (2) Fracción pesadas de acuerdo con límites de la tabla.
(3) Contadas antes del ensayo.
(4) Fracciones pesadas sepués del ensayo.
(5) = $\frac{(2)-(4)}{(2)} \times 100$
(6) = $\frac{(1) \times (5)}{(100)}$
(7) Se cuentan todas aquéllas no desintegradas después del ensayo.



Henry Rivadeneyra Oblitas
Henry Rivadeneyra Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



FORMATO DE ENSAYO

Tesista : Guevara Vargas Jhon Klisman
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 14 de Septiembre 2023

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

MUESTRA : Agregado de Concreto Reciclado

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	2488	2488
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	2474	2474
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.6	0.6
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.57	



Henry Rivadeneira
 INGENIERO CIVIL
 USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



FORMATO INTERNO

Tesista : Guevara Vargas Jhon Klisman
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
Lugar : Chiclayo- Lambayeque
Fecha de ensayo : Chiclayo 12 de Septiembre del 2023

Ensayo RESISTENCIA AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 1/2") POR MEDIO DE LA MAQUINA DE LOS ANGELES

Referencia Norma MTC E 207 / ASTM C-131

Muestra *Agregado de Concreto Reciclado*

Profundidad

I.- Granulometría global

Mallas	Peso retenido	% retenido	Método B
Pasa 1 1/2"	Retiene 1"	0.0	0.0
1"	3/4"	0.0	0.0
3/4"	1/2"	2500.0	50.0
1/2"	3/8"	2500.0	50.0
Total		5000.0	100.0

II.- Ensayo de Abrasión

- Peso inicial antes del ensayo	5000.0
- Peso final después de las 200 revoluciones	4330.0
- Peso final después de las 500 revoluciones	4120.0

III.- Cálculos

- % de desgaste por abrasión	17.6
- % de uniformidad	0.8

OBSERVACIONES :

NOTA :

- Método de ensayo a usar: Gradación "B", N° de esferas : 11, Revoluciones : total 500



Henry Rivadeneyra Obillas
Téc. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



FORMATO DE ENSAYO

Tesista : Guevara Vargas Jhon Klisman
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis "Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión Chiclayo, 21 de Septiembre 2023

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino

Referenci : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Muestra : VIDRIO

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + F	(g)	944.6	944.6
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	709.4	709.4
3.- Peso del Agua	(g)	235.15	235.15
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	708.4	708.4
5.- Peso del Frasco	(g)	209.4	209.4
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	499	499
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	1.884
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	1.888
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	1.891
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.20

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Muestra : Agregado de Concreto Reciclado

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	3890	3890
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	3910	3910
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del ca	(g)	3310	3310
4.- Peso de la canastilla	(g)	900	870
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	2300	2330

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.439
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.451
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.470
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.51



Henry Rivadeneira Oblitas
Téc. Laboratorios USAT
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS
 MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MATERIAL	Mezcla de agregados
CANTERA	Tres Tomas - Ferreñafe Pátapo - La Victoria
TESISTA	Guevara Vargas Jhon Klisman

DATOS DE DISEÑO

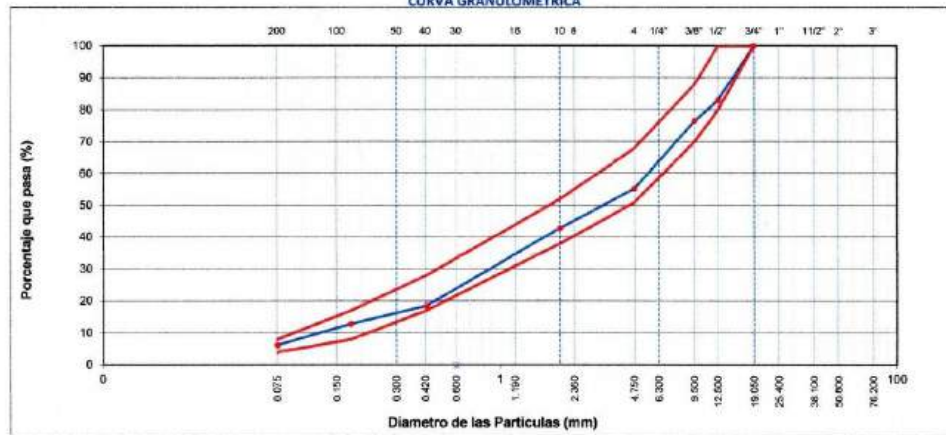
Grava Chancada 1/2"	45%	1440	gr
Arena Chancada 3/4"	54%	1728	gr
Cemento (Filer)	1%	32	gr
Vidrio Molido	0%		
CEMENTO ASFALTICO PEN 200/70			

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO LIGERO

TAMAÑO MAXIMO : 1/2"
 Peso inicial seco : 3200 g

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)						
3"	76.200					MAC - 2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	545	17.0	17.0	83.0	80 100	
3/8"	9.500	204	6.4	23.4	76.6	70 88	
Nº 4	4.750	683	21.3	44.8	55.3	51 68	
Nº 10	2.000	395.0	12.4	57.1	42.9	38 52	Observación:
Nº 40	0.425	777.0	24.4	81.5	18.5	17 28	
Nº 80	0.177	180.0	5.7	87.2	12.8	8 17	
Nº 200	0.075	210.0	6.6	93.8	6.2	4 8	
< Nº 200	FONDO	160.0	5.0	98.8			

CURVA GRANULOMETRICA



Henry Rivadeneira Obiñas
 Tac. Laboratorio USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	Tres Tomas - Ferreñafe
	Pátapo - La Victoria
TESISTA	Guevara Vargas Jhon Klisman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 80/70	

Grava	641.04
Arena	777.13
Filler	14.33
Peso de C.A	67.50 4.50%
Total	1500.00

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.75	42.74
B Arena	54.25	51.81
C Filler	1.00	0.96
D Total		95.50

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO LIGERO

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	83.0	76.6	55.3	42.9	18.5	12.8	6.2	
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8	

Mezcla	
Especificaciones IVB	

#	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueeta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.5	4.5	4.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.74	42.74	42.74	
4	% de arenas combinados en peso de mezcla (menor #4)	%	51.81	51.81	51.81	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.96	0.96	0.96	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	1.470
12	Altura promedio de la briqueeta	cm.	6.7	6.6	6.5	
13	Peso de la briqueeta en el aire	gr.	1055	1106	1080.0	
14	Peso de la briqueeta saturada superficialmente seca	gr.	1055	1106	1080.0	
15	Peso de la briqueeta en el agua	gr.	565.0	595	580	
16	Volumen de la briqueeta 14-15	c.c.	490.0	511	500	
17	Peso unitario de la briqueeta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.153	2.164	2.160	2.159
18	Peso específico teórico máxima (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.272	2.272	2.272	2.272
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100/[(2/6)+(3*2/(7+8)+(4*2/(9+10))]$	gr/cc.	2.483	2.483	2.483	
20	% de vacíos con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5.23	4.73	4.92	4.96
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2)/[(3/7)+(4/9)+(5/11)]$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21)/[(3/8)+(4/10)+(5/11)]$	gr/cc.	2.662	2.662	2.662	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4)/[(3/P-8)+(4*P-10)]$	gr/cc.	2.410	2.410	2.410	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-3.32	-3.32	-3.32	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueeta $(3+4)*17/21$	%	78.64	79.05	78.89	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueeta $100-(25+20)$	%	16.14	16.22	16.19	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	21.36	20.95	21.11	21.14
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2-(24/100)*(3+4)$	%	7.64	7.64	7.64	
29	Relación betón vacíos $(26/27)*100$	%	75.54	77.44	76.69	76.56
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	550	580	520	
31	Factor de estabilidad		1.09	1.00	1.04	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	600	580	541	573
33	Lectura del flexímetro $(0.01")*(85/0.254)$	pul.	11	11	9	10
34	Fluencia	m.m.	2.79	2.79	2.29	2.6
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2146	2074	2366	2196

RECTORIA DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Obillos
 Tsc. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

TESIS	:Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pétapo - La Victoria
TESISTA	:Guevara Vargas Ithon Kilsman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	637.69	
Arena	773.06	
Filler	14.25	
Peso de C.A	75.00	5.00%
Total	1500.00	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.75	42.51
B Arena	54.25	51.54
C Filler	1.00	0.95
D Total	95.00	

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO LIGERO

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	83.0	76.6	55.3	42.9	18.5	12.8	6.2	
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8	

Mezcla	
Especificaciones IVB	

Número de briketa	#	1	2	3	Prom.
1 C.A. en peso de la mezcla	%	5.0	5.0	5.0	
2 % de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.51	42.51	42.51	
3 % de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	51.54	51.54	51.54	
4 % de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.95	0.95	0.95	
5 Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
6 Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
7 Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
8 Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
9 Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
10 Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	1.470
11 Altura promedio de la briketa	cm.	6.5	6.6	7.1	
12 Peso de la briketa en el aire	gr.	1118	1117	1117.0	
13 Peso de la briketa saturada superficialmente seca	gr.	1119	1117	1118.0	
14 Peso de la briketa en el agua	gr.	601.0	603	602.0	
15 Volumen de la briketa 14-15	c.c.	518	514	516	
16 Peso unitario de la briketa 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.158	2.173	2.165	2.165
17 Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.282	2.282	2.282	2.282
18 Máxima densidad teórica de las agregadas 100/((2/6)+(3*2)/(7+8)+4*2/(9+10))	gr/cc.	2.465	2.465	2.465	
19 % de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5.43	4.78	5.14	5.12
20 Peso específico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
21 Peso específico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc.	2.662	2.662	2.662	
22 Peso específico efectivo del agregado total (3+4) / ((3/P- 8)+(4*P-10))	gr/cc.	2.440	2.440	2.440	
23 Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-2.80	-2.80	-2.80	
24 % del vol.del Agregado / Volumen Bruta de la briketa (3+4)*17/21	%	78.42	78.96	78.65	
25 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de briketa 100-(25+20)	%	16.16	16.27	16.21	
26 % vacíos del agregado mineral 100-25	%	21.58	21.04	21.35	21.33
27 Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	7.63	7.63	7.63	
28 Relación betón vacíos (26/27)*100	%	74.86	77.31	75.90	76.02
29 Estabilidad sin corregir (tabla de conversión del briketa)	kg	996	1000	1148	
30 Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00	
31 Estabilidad corregida 31*32	kg	996	1000	1148	1048
32 Lectura del flexímetro (0.01%) (35 / 0.254)	pul.	15	17	16	16.00
33 Fluencia	m.m.	3.81	4.32	4.06	4.1
34 Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2616	2616	2825	2585

HENRY RIVASDENEYRA
 TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivasdeneyra Obilias
 Tec. Laboratorio USAT



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tras Tomas - Ferriñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Guevara Vargas Jhon Klisman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO FER 80/70	

Grava	634.33	
Arena	768.99	
Filler	14.18	
Peso de C.A	82.50	5.50%
Total	1500.00	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.75	42.29
B Arena	54.25	51.27
C Filler	1.00	0.95
D Total		94.50

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO LIGERO

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	83.0	76.6	55.3	42.9	18.5	12.8	6.2	
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8	

Mezcla	
Especificaciones IVB	

#	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta	#	1	2	3	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.5	5.5	5.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.29	42.29	42.29	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	51.27	51.27	51.27	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.95	0.95	0.95	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.5	6.4	6.7	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1109	1104	1102.0	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1109	1104	1103.0	
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr.	605.0	603	590.0	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	504	501	513.0	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.200	2.204	2.148	2.184
18	Peso específico teórico máxima (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.294	2.294	2.294	2.294
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / [(2/6) + (3*2)/(7+8) + (4*2)/(9+10)]$	gr/cc.	2.446	2.446	2.446	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.08	3.94	6.36	4.79
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2) / [(3/7) + (4/9) + (5/11)]$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21) / [(3/8) + (4/10) + (5/11)]$	gr/cc.	2.662	2.662	2.662	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / [(3/P-8) + (4*P-10)]$	gr/cc.	2.473	2.473	2.473	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21) / (23*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-2.25	-2.25	-2.25	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3+4) * 17/21$	%	79.53	79.64	77.64	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25+20)$	%	16.39	16.42	16.01	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	20.47	20.36	22.36	21.07
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	7.60	7.60	7.60	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	80.07	80.64	71.57	77.43
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	980	990	1004	
31	Factor de estabilidad		1.04	1.04	1.00	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	1019	1030	1004	1018
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	16	16	17	17
34	Fluencia	m.m.	4.57	4.06	4.32	4.3
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2225	2533	2325	2363



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Guevara Vargas Jhon Kilsman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	630.98	
Arena	764.93	
Filler	14.10	
Peso de C.A	90.00	6.00%
Total	1500.00	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.75	42.07
B Arena	54.25	51.00
C Filler	1.00	0.94
D Total	94.00	

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO LIGERO

% Que Pasa el Tamiz						
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40
100	83.0	76.6	55.3	42.9	18.5	12.8
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17

Mezcla
 Especificaciones IVB

#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta			
2	C.A. en peso de la mezcla	6.0	6.0	6.0
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	42.07	42.07	42.07
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	51.00	51.00	51.00
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	0.94	0.94	0.94
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc. 1.023	1.023	1.023
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.684	2.684	2.684
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.568	2.568	2.568
10	Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc. 1.47	1.47	1.47
12	Altura promedio de la briqueta	cm. 6.8	6.8	6.8
13	Peso de la briqueta en el aire	gr. 1140	1150	1160.0
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr. 1140	1151	1160.0
15	Peso de la briqueta en el agua	25 °C gr. 628.0	629	630.0
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c. 512	522	530.0
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc. 2.227	2.203	2.189
18	Peso específico teórico máxima (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc. 2.284	2.284	2.284
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100/((2/6)+(3*2/(7+8))+4*2/(9+10))	gr/cc. 2.429	2.429	2.429
20	% de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	% 2.51	3.54	4.17
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc. 2.615	2.615	2.615
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc. 2.662	2.662	2.662
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/((3/P-8)+(4*P-10))	gr/cc. 2.479	2.479	2.479
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	% -2.14	-2.14	-2.14
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (3+4)*17/21	% 80.05	79.20	78.68
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta 100-(25+20)	% 17.45	17.26	17.15
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	% 19.95	20.80	21.32
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	% 8.00	8.00	8.00
29	Relación betún vacíos (26/27)*100	% 87.43	82.99	80.45
30	Estabilidad sin corregir (Tabla de calibración del anillo)	kg 980	1020	1050
31	Factor de estabilidad	1.00	1.00	0.96
32	Estabilidad corregida 31*32	kg 980	1020	1008
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul. 20	19	18
34	Fluencia	m.m. 5.08	4.83	4.57
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm 195	214	2205



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



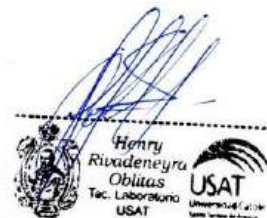
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANtera	:Tres Tomas - Ferreñafe :Pátapo - La Victoria
DISEÑO DE TRÁFICO	: Tráfico Ligero
TESISTA	:Guevara Vargas Jhon Klisman

PORCENTAJE DE ASFALTO	5%	5.0%	6%	6.0%
1.- PESO DEL FRASCO	725	725	733	731
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2560	2560	2568	2570
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	1900	1903	1914	1913
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3400.0	3403.0	3414.0	3413.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1500	1500	1500	1500
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	660	657	654	657
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.272	2.282	2.294	2.284



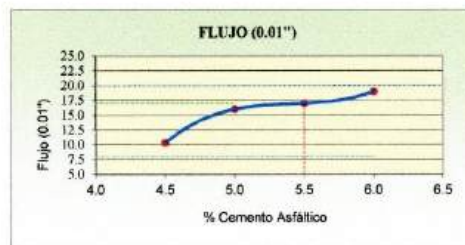


UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	Tres Tomas - Ferreñafe
DISEÑO DE TRÁFICO	Tráfico Ligero
TESISTA	Guevara Vargas Jhon Klisman



RESULTADOS	
Optimo Contenido C.A	5.5
Peso Unitario (gr/cm3)	2.184
Vacios (%)	4.79
Vacios del Agregado mineral (%)	21.07
Vacios Llenados de C.A (%)	77.43
Flujo (mm)	4.32
Estabilidad (Kg)	1018
Relación estabilidad - flujo (kg/mm)	2363
Relación Polvo-Asfalto	0.88



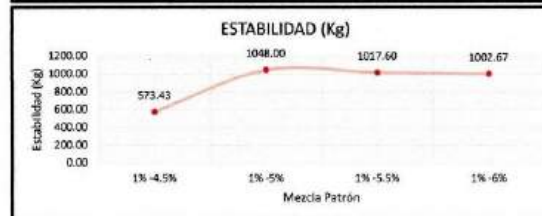
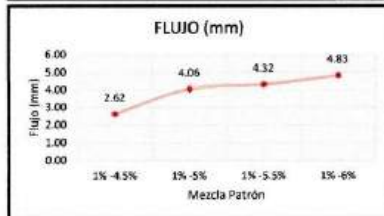
Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDO EN EL DISEÑO DE MEZCLAS

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	: Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	: Tres Tomas - Ferrelñafe : Pátapo - La Victoria
DISEÑO DE TRÁFICO	: Tráfico Ligero
TESISTA	: Guevara Vargas Jhon Klisman

RESULTADOS								
Relación Pen- Filler	Peso Unitario (gr/cm ³)	Vacios (%)	Vacios del agregado Mineral (%)	Vacios Llenados de C.A (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (Kg)	Relación Polvo Asfalto	Relación Estabilidad Flujo
1% -4.5%	2.16	4.96	21.14	76.56	2.62	573.43	0.72	2195.75
1% -5%	2.17	5.12	21.33	76.02	4.06	1048.00	0.80	2584.95
1% -5.5%	2.18	4.79	21.07	77.43	4.32	1017.60	0.88	2362.61
1% -6%	2.21	3.41	20.69	83.62	4.83	1002.67	0.97	2082.47



Henry Rivasdeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS
MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MATERIAL	: Mezcla de agregados
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Guevara Vargas Jhon Klisman

DATOS DE DISEÑO

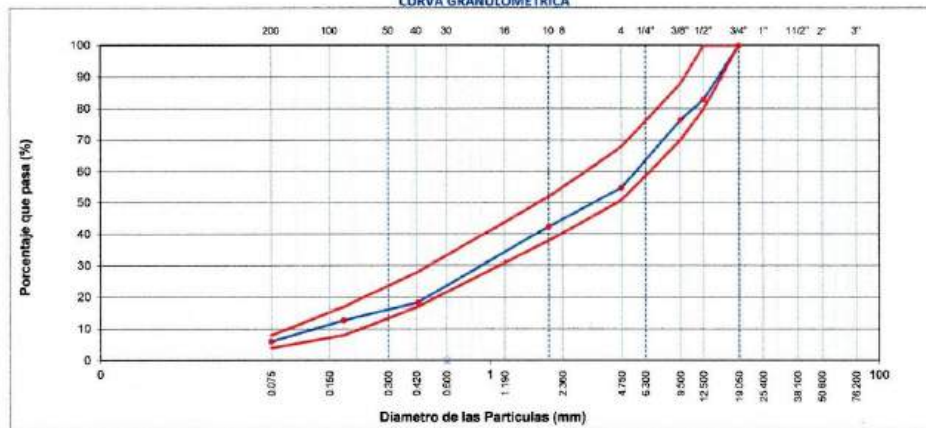
Grava Chancada 1/2"	45%	1440	gr
Arena Chancada 1/4"	54%	1728	gr
Cemento (Filer)	1%	32	gr
Vidrio Molido	0%		

CONCRETO ASFALTICO PER 60/70

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO PESADO
 TAMAÑO MAXIMO : 1/2"
 Peso inicial seco : 3200 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					MAC - 2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	549	17.2	17.2	82.8	80 - 100	
3/8"	9.500	205	6.4	23.6	76.4	70 - 88	
Nº 4	4.750	690	21.6	45.1	54.9	51 - 68	
Nº 10	2.000	396.0	12.4	57.5	42.5	38 - 52	Observación:
Nº 40	0.425	775.0	24.2	81.7	18.3	17 - 28	
Nº 80	0.177	180.0	5.6	87.3	12.7	8 - 17	
Nº 200	0.075	215.0	6.7	94.0	6.0	4 - 8	
< Nº 200	FONDO	280.0	5.6	99.6			

CURVA GRANULOMETRICA



Henry Rivadeneira Oblitas
 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	Tres Tomas - Ferreñafe Pátapo - La Victoria
TESISTA	Guevara Vargas Jhon Klisman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PERI 60/70	

Grava	646.42	
Arena	771.76	
Filler	14.33	
Peso de C.A	67.50	4.50%
Total	1500.00	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.13	43.09
B Arena	53.88	51.45
C Filler	1.00	0.96
D Total		95.50

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO PESADO

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	82.8	76.4	54.9	42.5	18.3	12.7	6.0	
100	80 - 10	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla	
Especificaciones IVB	

1	Número de briketa	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.5	4.5	4.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	43.09	43.09	43.09	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	51.45	51.45	51.45	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.96	0.96	0.96	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	1.470
12	Altura promedio de la briketa	cm.	6.5	6.8	6.9	
13	Peso de la briketa en el aire	gr.	1155	1176	1180.0	
14	Peso de la briketa saturada superficialmente seca	gr.	1155	1176	1180.0	
15	Peso de la briketa en el agua 25 °C	gr.	618.0	634	627	
16	Volumen de la briketa 14-15	c.c.	537.0	542	553	
17	Peso unitario de la briketa 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.151	2.170	2.134	2.151
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2043, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.272	2.272	2.272	2.272
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((1/2/6) + (3/2/(7+8)) + (4/2/(9+10)))$	gr/cc.	2.483	2.483	2.483	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5.32	4.49	6.07	5.30
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.663	2.663	2.663	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P-8) + (4*P-10))$	gr/cc.	2.410	2.410	2.410	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-3.32	-3.32	-3.32	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briketa $(3+4) * 17/21$	%	78.54	79.23	77.92	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briketa $100 - (25+20)$	%	16.13	16.28	16.01	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	21.46	20.77	22.08	21.43
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	7.64	7.64	7.64	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	75.19	78.37	72.50	75.35
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	950	850	860	
31	Factor de estabilidad		0.93	0.93	0.89	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	882	791	765	813
33	Lectura del flexímetro (0.01") (SS / 0.254)	pul.	13	11	10	11
34	Fluencia	m.m.	3.30	2.79	2.54	2.9
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cc.	2676	2829	3013	2839

USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. LABORATORIO USAT





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	Tres Tomas - Ferreñafe
	Pátapo - La Victoria
TESISTA	Guevara Vargas Jhon Kilsman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	643.03	
Arena	767.72	
Filler	14.25	
Peso de C.A	75.00	5.00%
Total	1500.00	

	Material	% Mezcla	% Diseño
A	Grava Triturada	45.13	42.87
B	Arena	53.88	51.18
C	Filler	1.00	0.95
D	Total		95.00

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO PESADO

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	82.8	76.4	54.9	42.5	18.3	12.7	6.0	
100	80 - 100	70 - 88	53 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla
Especificaciones IVB

	#	1	2	3	Prom.
1 Número de briqueta		1	2	3	
2 C.A. en peso de la mezcla	%	5.0	5.0	5.0	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.87	42.87	42.87	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	51.18	51.18	51.18	
5 % de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.95	0.95	0.95	
6 Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7 Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8 Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9 Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10 Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11 Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	1.470
12 Altura promedio de la briqueta	cm.	6.8	6.7	6.9	
13 Peso de la briqueta en el aire	gr.	1108	1107	1107.0	
14 Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1109	1107	1108.0	
15 Peso de la briqueta en el agua	gr.	590.0	600	602.0	
16 Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	519	507	506	
17 Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.135	2.183	2.188	2.169
18 Peso específico teórico máximo (rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.282	2.282	2.282	2.282
19 Máxima densidad teórica de las agregadas $100 / ((2/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc.	2.465	2.465	2.465	
20 % de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	6.45	4.32	4.14	4.97
21 Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22 Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.663	2.663	2.663	
23 Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P - 8) + (4 * P - 10))$	gr/cc.	2.440	2.440	2.440	
24 Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-2.80	-2.80	-2.80	
25 % del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3+4) * 17/21$	%	77.55	79.32	79.47	
26 % del volumen de asfalto efectiva / volumen de briqueta $100 - (25 + 20)$	%	15.99	16.36	16.39	
27 % vacíos del agregado mineral 100-25	%	22.45	20.68	20.53	21.22
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	7.64	7.64	7.64	
29 Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	71.25	79.09	79.85	76.73
30 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración) (ASTM D 1559)	kg	1130	1190	1250	
31 Factor de estabilidad		1.00	1.04	1.04	
32 Estabilidad corregida $31 * 32$	kg	1130	1238	1300	1223
33 Lectura del flexímetro $(0.01 * 13 / 35 / 0.254)$	bul	14	15	14	14.33
34 Fluencia	in/in	3.56	3.81	3.56	3.6
35 Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3178	3248	3656	3361



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	*Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino*
MEZCLA	: Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Guevara Vargas Jhon Klisman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	639.65	
Arena	763.68	
Filler	14.18	
Peso de C.A	82.50	5.50%
Total	1500.00	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.13	42.64
B Arena	53.88	50.91
C Filler	1.00	0.95
D Total		94.50

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO PESADO

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	82.8	76.4	54.9	42.5	18.3	12.7	6.0	
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8	

Mezcla	
Especificaciones IVB	

#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta			
2	C.A. en peso de la mezcla	5.5	5.5	5.5
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	42.64	42.64	42.64
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	50.91	50.91	50.91
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	0.95	0.95	0.95
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc. 1.023	1.023	1.023
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.684	2.684	2.684
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.568	2.568	2.568
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc. 1.47	1.47	1.47
12	Altura promedio de la briqueta	cm. 6.6	6.5	6.7
13	Peso de la briqueta en el aire	gr. 1100	1105	1110.0
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr. 1100	1105	1110.0
15	Peso de la briqueta en el agua	gr. 605.0	603	590.0
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c. 495	502	520.0
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc. 2.222	2.201	2.135
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc. 2.294	2.294	2.294
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/3) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc. 2.447	2.447	2.447
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	% 3.13	4.05	6.95
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc. 2.615	2.615	2.615
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc. 2.663	2.663	2.663
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4 * P - 10))$	gr/cc. 2.473	2.473	2.473
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	% -2.25	-2.25	-2.25
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3 + 4) * 17 / 21$	% 80.30	79.54	77.13
26	% del volumen de asfalto efectiva / volumen de briqueta $100 - (25 + 20)$	% 16.57	16.41	15.92
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	% 19.70	20.46	22.87
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	% 7.61	7.61	7.61
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	% 84.12	80.23	69.61
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg 1230	1202	1250
31	Factor de estabilidad	1.09	1.04	1.00
32	Estabilidad corregida $31 * 32$	kg 1341	1250	1250
33	Lectura del flexímetro $(0.01") (35 / 8.254)$	mil 13	13	15
34	Fluencia	gr/m. 3.30	3.30	3.81
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm 4060	3786	3281



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	:Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe :Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Guevara Vargas Jhon Klisman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
ELEMENTO ASFALTICO PEN 160/70	

Grava	636.26	
Arena	759.64	
Filler	14.10	
Peso de C.A	90.00	6.00%
Total	1500.00	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.13	42.42
B Arena	53.88	50.64
C Filler	1.00	0.94
D Total		94.00

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO PESADO

% Que Pasa el Tamiz							
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº60	Nº200
100	82.8	76.4	54.9	42.5	18.3	12.7	6.0
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

Mezcla
Especificaciones IVB

#	Número de briquea	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.0	6.0	6.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.42	42.42	42.42	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	50.64	50.64	50.64	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.94	0.94	0.94	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	1.470
12	Altura promedio de la briquea	cm.	6.8	6.8	6.8	
13	Peso de la briquea en el aire	gr.	1130	1160	1180.0	
14	Peso de la briquea saturada superficialmente seca	gr.	1130	1161	1180.0	
15	Peso de la briquea en el agua	gr.	615.0	630	650.0	
16	Volumen de la briquea 14-15	c.c.	515	531	530.0	
17	Peso unitario de la briquea 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.194	2.185	2.226	2.202
18	Peso específico teórico máxima (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.284	2.284	2.284	2.284
19	Máxima densidad teórica de las agregadas $100/((2/6)+(3*2/(7+8)+(4*2/(9+10)))$	gr/cc.	2.429	2.429	2.429	
20	% de vacíos con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	3.93	4.35	2.52	3.60
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $100-2/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22	Peso específico Aparente del agregado total $100-21/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2.663	2.663	2.663	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4)/((3/P-8)+(4*P-10))$	gr/cc.	2.479	2.479	2.479	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-2.15	-2.15	-2.15	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briquea $(3+4)*17/21$	%	78.87	78.52	80.03	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briquea $100-(25+20)$	%	17.21	17.13	17.46	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	21.13	21.48	19.97	20.86
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	8.00	8.00	8.00	
29	Relación betún vacíos $(26/27)*100$	%	81.42	79.75	87.40	82.86
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del gpllo)	kg	1250	1220	1250	
31	Factor de estabilidad		1.00	0.96	0.96	
32	Estabilidad corregida $31*32$	kg	1250	1171	1200	1207
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.054)	gr.	17	18	16	17
34	Fluencia	m.m.	4.32	4.57	4.06	4.3
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2895	2562	2953	2803

TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
Téc. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe : Pátapo - La Victoria
DISEÑO DE TRÁFICO	: Tráfico Pesado
TESISTA	:Guevara Vargas Jhon Klisman

PORCENTAJE DE ASFALTO	5%	5.0%	6%	6.0%
1.- PESO DEL FRASCO	725	725	733	731
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2560	2560	2568	2570
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	1900	1903	1914	1913
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3400.0	3403.0	3414.0	3413.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1500	1500	1500	1500
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	660	657	654	657
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.272	2.282	2.294	2.284



Henry Rivadeneira Oblitas
Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

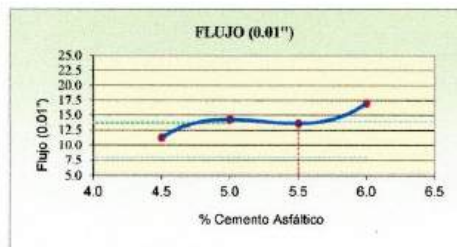
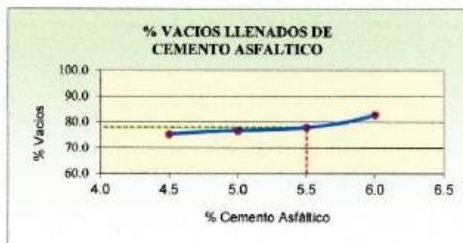
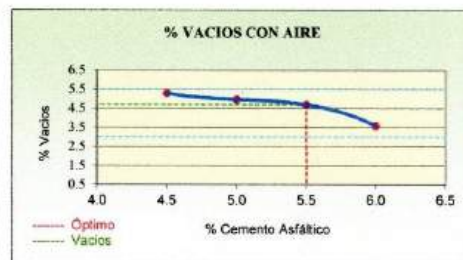
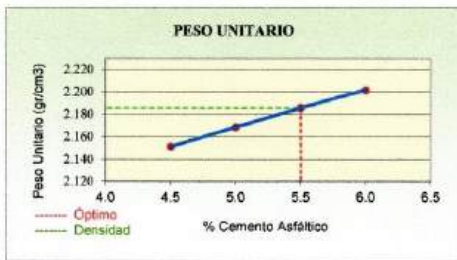


UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	Tres Tomas - Ferreñafe
DISEÑO DE TRÁFICO	Tráfico Pesado
TESISTA	Guevara Vargas Jhon Kilsman



RESULTADOS	
Óptimo Contenido C.A	5.5
Peso Unitario (gr/cm³)	2.186
Vacios (%)	4.71
Vacios del Agregado mineral (%)	21.01
Vacios Llenados de C.A (%)	77.99
Flujo (mm)	3.47
Estabilidad (kg)	1280
Relación estabilidad - flujo (kg/cm)	3709
Relación Polvo Asfalto	0.92



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDO EN EL DISEÑO DE MEZCLAS

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
DISEÑO DE TRÁFICO	: Tráfico Ligero
TESISTA	:Guevara Vargas Jhon Klisman

RESULTADOS								
Relación Pen- Filler	Peso Unitario (gr/cm ³)	Vacios (%)	Vacios del agregado Mineral (%)	Vacios Llenados de C.A. (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (Kg)	Relación Polvo Asfalto	Relación Estabilidad Flujo
1%-4.5%	2.15	5.30	21.43	75.35	2.88	813.13	0.75	2839.44
1%-5%	2.17	4.97	21.22	76.73	3.64	1222.53	0.84	3360.60
1%-5.5%	2.19	4.71	21.01	77.99	3.47	1280.26	0.92	3708.98
1%-6%	2.20	3.60	20.86	82.86	4.32	1207.07	1.00	2803.10



Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS
 MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

TESIS	*Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino*
MATERIAL	: Mezcla de agregados
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñale : Pátapo - La Victoria
TESISTA	Guevara Vargas Jhon Kilsman

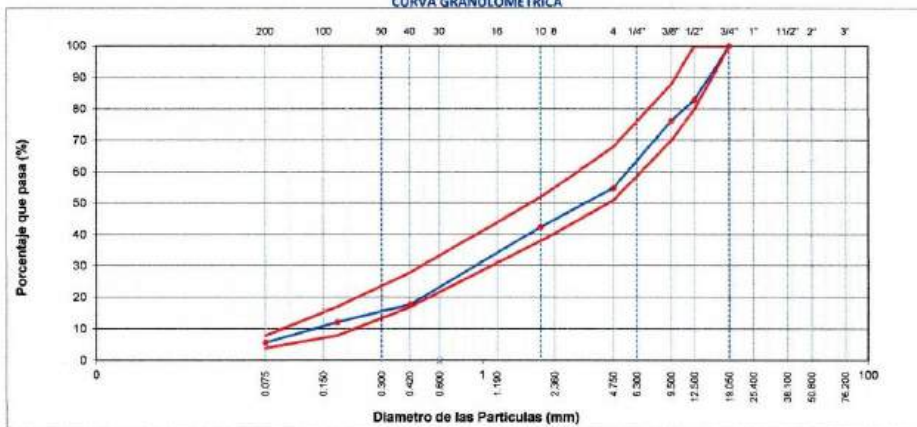
DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada 1/2"	45%	1440	gr	RCD	30%	432	gr	Grava Chancada 1/2" Final	1008	gr
Arena Chancada 1/4"	54%	1728	gr	Vidrio Molido	5%	86.4	gr	Arena Chancada 1/4" Final	1642	gr
Cemento (Filer)	1%	32	gr							

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO LIGERO
 TAMAÑO MÁXIMO : 1/2"
 Peso Inicial seco : 3200 g

TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE		PORCENTAJE		ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)		RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
3"	76.200						MAC - 2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100		
1/2"	12.500	546	17.1	17.1	82.9	80	100	
3/8"	9.500	210	6.6	23.6	76.4	70	88	
Nº 4	4.750	687	21.5	45.1	54.9	51	68	
Nº 10	2.000	386.0	12.4	57.5	42.5	38	52	Observación:
Nº 40	0.425	789.8	24.6	82.2	17.8	17	28	
Nº 80	0.177	180.9	5.6	87.8	12.2	8	17	
Nº 200	0.075	206.6	6.4	94.3	5.7	4	8	
< Nº 200	FONDO	170.0	5.3	99.6				

CURVA GRANULOMETRICA



USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	Tres Tomas - Ferreñafe
	Pátapo - La Victoria
TESISTA	Guevara Vargas Jhon Klisman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	452.25	30% RCD	193.82
Arena	733.50	9% V	38.61
Filler	14.33		
Peso de C.A	67.50	4.50%	
Total	1500.00		

Materiales	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.10	43.07
B Arena	53.90	51.47
C Filler	1.00	0.96
D Total	95.50	

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO LIGERO

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº60	Nº200
100	82.9	76.4	54.9	42.5	17.8	12.2	5.7	
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8	

Mezcla	Especificaciones IVB
--------	----------------------

#	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Número de briquea	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.5	4.5	4.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	43.07	43.07	43.07	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	51.47	51.47	51.47	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.96	0.96	0.96	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	1.470
12	Altura promedio de la briquea	cm.	6.5	6.7	6.7	
13	Peso de la briquea en el aire	gr.	1100	1103	1104.0	
14	Peso de la briquea saturada superficialmente seca	gr.	1100	1105	1104.0	
15	Peso de la briquea en el agua	gr.	592.0	585	593	
16	Volumen de la briquea 14-15	c.c.	508.0	520	511	
17	Peso unitario de la briquea 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.165	2.121	2.160	2.149
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.265	2.265	2.265	2.265
19	Máxima densidad teórica de los agregados 100/((2/6)+(3*2/7+8)+(4*2/9+10))	gr/cc.	2.483	2.483	2.483	
20	% de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.40	6.35	4.61	5.12
21	Peso específico Bulk del Agregado Total 100-21/((3/7)+(4/9)+(5/11))	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22	Peso específico Aparente del agregado total 100-21/((3/8)+(4/10)+(5/11))	gr/cc.	2.663	2.663	2.663	
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/((3/P-8)+(4*P-10))	gr/cc.	2.402	2.402	2.402	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/(23*21) (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-3.47	-3.47	-3.47	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la briquea (3+4)*17/21	%	79.07	77.46	78.90	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briquea 100-(25+20)	%	16.53	16.19	16.49	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	20.93	22.54	21.10	21.52
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	7.78	7.78	7.78	
29	Relación betún vacíos (26/27)*100	%	79.00	71.84	78.15	76.33
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	450	545	445	
31	Factor de estabilidad		1.04	1.00	1.00	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	468	545	445	486
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	13	12	12	12
34	Fluencia	m.m	3.05	3.30	3.05	3.1
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	1535	1651	1460	1549

USAT
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	*Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino*
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	Guevara Vargas Jhon Kilsman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 3/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	449.88	30% RCD	192.81
Arena	729.66	5% V	38.40
Filler	14.25		
Peso de C.A	75.00	5.00%	
Total	1500.00		

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.10	42.85
B Arena	58.90	51.20
C Filler	1.00	0.95
D Total	100.00	95.00

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO LIGERO

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	82.9	76.4	54.9	42.5	17.8	12.2	5.7	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla
Especificaciones IVB

	#	1	2	3	Prom.
1 Número de briqueta					
2 C.A. en peso de la mezcla	%	5.0	5.0	5.0	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.85	42.85	42.85	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	51.20	51.20	51.20	
5 % de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.95	0.95	0.95	
6 Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7 Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8 Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9 Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10 Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11 Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	1.470
12 Altura promedio de la briqueta	cm.	6.7	6.7	7.1	
13 Peso de la briqueta en el aire	gr.	1109	1111	1114.0	
14 Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1110	1112	1114.0	
15 Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr.	601.0	603	602.0	
16 Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	509	509	512	
17 Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.179	2.183	2.176	2.179
18 Peso específico teórico máxima (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.300	2.300	2.300	2.300
19 Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc.	2.465	2.465	2.465	
20 % de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5.25	5.08	5.39	5.24
21 Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22 Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.663	2.663	2.663	
23 Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - B) + (4 * P - 10))$	gr/cc.	2.461	2.461	2.461	
24 Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-2.45	-2.45	-2.45	
25 % del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3 + 4) * 17 / 21$	%	79.15	79.29	79.04	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25 + 20)$	%	15.60	15.62	15.58	
27 % vacíos del agregado mineral 100-25	%	20.85	20.71	20.96	20.84
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	%	7.30	7.30	7.30	
29 Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	74.80	75.45	74.31	74.85
30 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1045	980	1010	
31 Factor de estabilidad	kg	1.00	1.00	1.00	
32 Estabilidad corregida 31*32	kg	902	830	945	892
33 Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	13	13	15	13.67
34 Fluencia	mm	3.507	3.30	3.81	3.5
35 Relación Estabilidad / Fluencia	mm	2532	2514	2480	2575

TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	*Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino*
MEZCLA	: Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	Guevara Vargas Jhon Klisman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	447.51	30% RCD	191.79
Arena	725.82	5% V	38.20
Filler	14.18		
Peso de C.A	82.50		
Total	1500.00		

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.10	42.62
B Arena	53.90	50.93
C Filler	1.00	0.95
D Total		94.50

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO LIGERO

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	82.9	76.4	54.9	42.5	17.8	12.2	5.7	
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8	

Mezcla
Especificaciones IVB

	#	1	2	3	Prom.
1 Número de briqueta					
2 C.A. en peso de la mezcla	%	5.5	5.5	5.5	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.62	42.62	42.62	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	50.93	50.93	50.93	
5 % de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.95	0.95	0.95	
6 Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7 Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8 Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9 Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10 Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11 Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	
12 Altura promedio de la briqueta	cm.	6.5	6.4	6.7	
13 Peso de la briqueta en el aire	gr.	1149	1144	1142.0	
14 Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1149	1146	1143.0	
15 Peso de la briqueta en el agua	gr.	620.0	623	622.0	
16 Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	529	523	521.0	
17 Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.172	2.187	2.192	2.184
18 Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASTHO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.294	2.294	2.294	2.294
19 Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc.	2.447	2.447	2.447	
20 % de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5.32	4.65	4.45	4.80
21 Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22 Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.663	2.663	2.663	
23 Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4 * P - 10))$	gr/cc.	2.473	2.473	2.473	
24 Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 5(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-2.25	-2.25	-2.25	
25 % del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3 + 4) * 17/21$	%	78.49	79.04	79.21	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25 + 20)$	%	16.20	16.31	16.34	
27 % vacíos del agregado mineral 100-25	%	21.51	20.96	20.79	21.09
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	%	7.61	7.61	7.61	
29 Relación betún vacías $(26/27) * 100$	%	75.28	77.82	78.60	77.24
30 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	985	995	980	
31 Factor de estabilidad		0.96	0.96	1.00	
32 Estabilidad corregida 31*32	kg	946	955	980	960
33 Lectura del flexímetro (0.01") $(35 / 0.254)$	mm	16	16	14	15
34 Fluencia	mm.	4.06	4.06	3.56	3.9
35 Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2327	2350	2756	2478

TECNICO DE LABORATORIO



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	*Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino*
MEZCLA	: Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pítapo - La Victoria
TESISTA	Guevara Vargas Ihon Klisman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	445.14	30% RCD	190.78
Arena	721.98	5% V	38.00
Filler	14.10		
Peso de C.A	90.00		6.00%
Total	1500.00		

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.10	42.39
B Arena	53.90	50.67
C Filler	1.00	0.94
D Total	94.00	

Mezcla
Especificaciones IVB

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO LIGERO

% Que Pasa el Tamiz						
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº200
100	82.9	76.4	54.9	42.5	17.8	12.2
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17
				4-8		

#	Descripción	#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.0	6.0	6.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.39	42.39	42.39	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	50.67	50.67	50.67	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.94	0.94	0.94	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	1.470
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.8	6.8	6.8	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1150	1150	1152.0	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1152	1151	1153.0	
15	Peso de la briqueta en el agua	gr.	615.0	629	630.0	
16	Volumen de la briqueta	c.c.	537	522	523.0	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.142	2.203	2.203	2.182
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.273	2.273	2.273	2.273
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc.	2.429	2.429	2.429	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5.80	3.10	3.11	4.01
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.663	2.663	2.663	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3 * P - 8) + (4 * P - 10))$	gr/cc.	2.466	2.466	2.466	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-2.37	-2.37	-2.37	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3 + 4) * 17 / 21$	%	76.98	79.19	79.17	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25 + 20)$	%	17.22	17.71	17.71	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	23.02	20.81	20.83	21.55
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	%	8.20	8.20	8.20	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	74.79	85.12	85.04	81.65
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	820	860	880	
31	Factor de estabilidad		0.93	1.00	0.96	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	763	860	845	822
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	mil.	17	19	20	19
34	Fluencia	m.m.	4.32	4.83	5.08	4.7
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	1766	1782	1663	1737



Henry Rivadeneira Obilitas
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe : Pátapo - La Victoria
DISEÑO DE TRÁFICO	: Tráfico Ligero
TESISTA	Guevara Vargas Jhon Klisman

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.50%	5.0%	5.5%	6.0%
1.- PESO DEL FRASCO	725	725	733	731
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2560	2560	2568	2570
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	1898	1908	1914	1910
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3398.0	3408.0	3414.0	3410.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1500	1500	1500	1500
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	662	652	654	660
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.265	2.300	2.294	2.273



Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. LABORATORIO
USAT
Universidad Católica
Santa Teresita de Mogrovejo

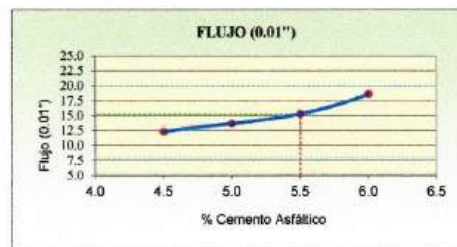
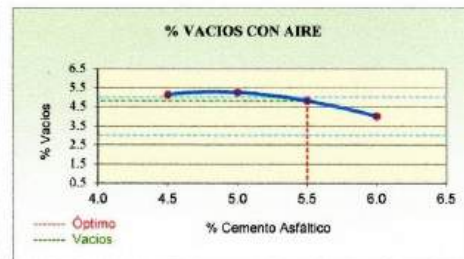
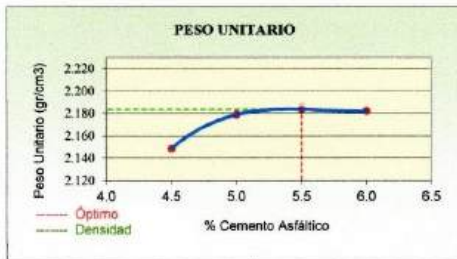


UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	Tres Tomas - Ferreñafe
DISEÑO DE TRÁFICO	Tráfico Ligero
TESISTA	Guevara Vargas Jhon Klisman



RESULTADOS	
Óptimo Contenido C.A	5.5
Peso Unitario (gr/cm ³)	2.184
Vacios (%)	4.80
Vacios del Agregado mineral (%)	21.09
Vacios Llenados de C.A (%)	77.24
Flujo (mm)	3.89
Estabilidad (Kg)	960
Relación estabilidad / Flujo (kg/cm)	2478
Relación Polvo-Asfalto	0.96



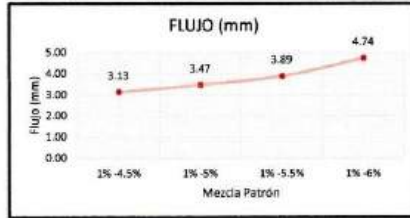
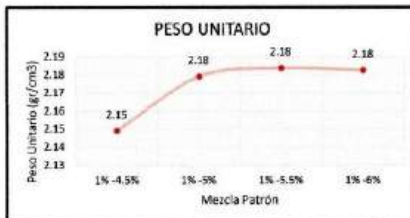
Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDO EN EL DISEÑO DE MEZCLAS

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
DISEÑO DE TRÁFICO	: Tráfico Ligero
TESISTA	Guevara Vargas Jhon Klisman

RESULTADOS								
Relación Pen- Filler	Peso Unitario (gr/cm ³)	Vacios (%)	Vacios del agregado Mineral (%)	Vacios Llenados de C.A (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (Kg)	Relación Polvo Asfalto	Relación Estabilidad Flujo
1% -4.5%	2.15	5.12	21.52	76.33	3.13	486.00	0.79	1548.64
1% -5%	2.18	5.24	20.84	74.85	3.47	892.33	0.87	2575.21
1% -5.5%	2.18	4.80	21.09	77.24	3.89	960.27	0.96	2477.69
1% -6%	2.18	4.01	21.55	81.65	4.74	822.47	1.05	1737.03



USAT

UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

Henry Rixadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT

USAT
 Universidad Católica del Sur
 Tarma - Perú

TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS
 MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

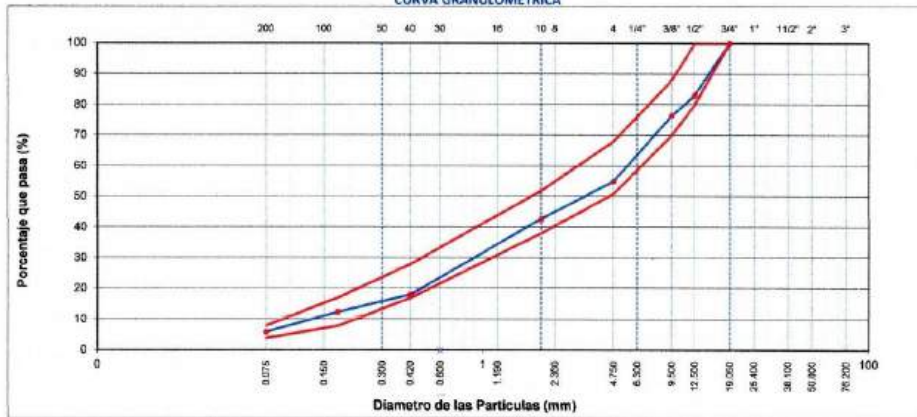
TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MATERIAL	: Mezcla de agregados
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Guevara Vargas Jhon Kisman

DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada 1/2"	45%	1440 gr	RCD	30%	432 gr	Grava Chancada 1/2" Final	1008 gr
Arena Chancada 1/4"	54%	1728 gr	Vidrio Molido	10%	173 gr	Arena Chancada 1/4" Final	1555 gr
Cemento (filler)	1%	32 gr					
DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO URBANO TAMAÑO MAXIMO : 1/2" Peso inicial seco : 3200 g							

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					MAC - 2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	542	16.9	16.9	83.1	80 100	
3/8"	9.500	211	6.6	23.5	76.5	70 88	
Nº 4	4.750	687	21.5	45.0	55.0	51 68	
Nº 10	2.000	392.0	12.2	57.3	42.7	38 52	Observación:
Nº 40	0.425	788.0	24.6	81.9	18.1	17 28	
Nº 80	0.177	182.0	5.7	87.6	12.4	8 17	
Nº 200	0.075	208.0	6.5	94.1	5.9	4 8	
< Nº 200	FONDO	183.0	5.7	99.7			

CURVA GRANULOMETRICA



Henry Rivadeneira Obilias
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	Tres Tomas - Ferreñafe Pátapo - La Victoria
TESISTA	Guevara Vargas Jhon Klisman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	451.26	30% RCD	193.40
Arena	696.16	10% V	77.35
Filler	14.33		
Peso de C.A	67.50		
Total	1500.00		

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.00	42.98
B Arena	54.00	51.57
C Filler	1.00	0.96
D Total	95.50	

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO LIGERO

% Que Pasa el Tamiz						
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40
100	83.1	76.5	55.0	42.7	18.1	12.4
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17

Mezcla	
Especificaciones IVB	

Nº	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta	#	1	2	3	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.5	4.5	4.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.98	42.98	42.98	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	51.57	51.57	51.57	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.96	0.96	0.96	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gr/cc	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.702	2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.583	2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	1.47	1.47	1.47	1.470
12	Altura promedio de la briqueta	cm	6.5	6.7	6.7	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr	1100	1103	1104.0	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr	1100	1104	1104.0	
15	Peso de la briqueta en el agua	gr	592.0	596	593	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c	508.0	508	511	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.165	2.171	2.160	2.166
18	Peso específico teórico máxima (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.265	2.265	2.265	2.265
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / [(2/6) + (3^2/2) + (7+8) + (4^2/2) + (9+10)]$	gr/cc	2.483	2.483	2.483	
20	% de vacíos con aire $100 * [1 - (17/18)]$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.40	4.13	4.61	4.38
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / [(3/7) + (4/9) + (5/11)]$	gr/cc	2.615	2.615	2.615	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / [(3/8) + (4/10) + (5/11)]$	gr/cc	2.662	2.662	2.662	
23	Peso específico efectiva del agregado total $(3+4) / [(3/P - 8) + (4 * P - 10)]$	gr/cc	2.402	2.402	2.402	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-3.46	-3.46	-3.46	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3+4) * 17 / 21$	%	79.08	79.29	78.90	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25 + 20)$	%	16.53	16.57	16.49	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	20.92	20.71	21.10	20.91
28	Asfalto efectiva / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	7.77	7.77	7.77	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	78.99	80.03	78.15	79.06
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	590	490	700	
31	Factor de estabilidad		1.04	1.04	1.00	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	614	510	700	608
33	Lectura del flexímetro (0.01") $(35 / 8) * 24$	pul.	9	8	11	9
34	Fluencia	m.m.	2.29	2.03	2.79	2.4
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/mm	2684	2508	2505	2566

[Firma]
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT
 USAT Universidad Católica Santa Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	: Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Guevara Vargas Jhon Klisman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	448.90	30% RCD	192.39
Arena	692.52	10% V	76.95
Filler	14.25		
Peso de C.A	75.00	5.00%	
Total	1500.00		

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.00	42.75
B Arena	54.00	51.30
C Filler	1.00	0.95
D Total	95.00	

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO LIGERO

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	83.1	76.5	55.0	42.7	18.1	12.4	5.9	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla
Especificaciones IVB

#	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.0	5.0	5.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.75	42.75	42.75	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	51.30	51.30	51.30	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.95	0.95	0.95	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	1.470
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.7	6.7	7.1	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1109	1111	1114.0	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1110	1112	1114.0	
15	Peso de la briqueta en el agua	gr.	605.0	603	602.0	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	505	509	512	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.196	2.183	2.176	2.185
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.300	2.300	2.300	2.300
19	Máxima densidad teórica de las agregadas $100 / ((2/5) + (3^2 / (7+8) + 4^2 / (9+10)))$	gr/cc.	2.465	2.465	2.465	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.50	5.08	5.39	4.99
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.662	2.662	2.662	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P - 8) + (4 * P - 10))$	gr/cc.	2.461	2.461	2.461	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-2.44	-2.44	-2.44	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3+4) * 17/21$	%	79.78	79.29	79.04	
26	% del volumen de asfalto efectiva / volumen de briqueta $100 - (25 + 20)$	%	15.72	15.62	15.57	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	20.22	20.71	20.96	20.63
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	7.30	7.30	7.30	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	77.72	75.45	74.30	75.82
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	980	1199	1020	
31	Factor de estabilidad		1.04	1.00	1.00	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	1019	1199	1020	1079
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35 / 0.254)	pul.	15	16	17	16.00
34	Fluencia	m.m.	3.81	4.06	4.32	4.1
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2675	2950	2362	2663



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	: Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Guevara Vargas Jhon Kilsman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	446.54	30% RCD	191.37
Arena	688.87	10% V	76.54
Filler	14.18		
Peso de C.A	82.50	5.50%	
Total	1500.00		

	Material	% Mezcla	% Diseño
A	Grava Triturada	45.00	42.53
B	Arena	54.00	51.03
C	Filler	1.00	0.95
D	Total		94.50

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO LIGERO

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	83.1	76.5	55.0	42.7	18.1	12.4	5.9	
100	80-100	70-85	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8	

		#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.5	5.5	5.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.53	42.53	42.53	
4	% de arenas combinados en peso de mezcla (menor #4)	%	51.03	51.03	51.03	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.95	0.95	0.95	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.5	6.4	6.7	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1149	1144	1142.0	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1149	1146	1143.0	
15	Peso de la briqueta en el agua	gr.	626.0	623	622.0	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	523	523	521.0	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.197	2.187	2.192	2.192
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.294	2.294	2.294	2.294
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2) * ((7/8) + (4/2) * (9/10)))$	gr/cc.	2.447	2.447	2.447	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.73	4.65	4.45	4.44
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $100 - 21 / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22	Peso específico Aparente del agregado total $100 - 21 / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.662	2.662	2.662	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P) - 8) + (4*P - 10)$	gr/cc.	2.473	2.473	2.473	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-2.25	-2.25	-2.25	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3+4) * 17/21$	%	79.39	79.05	79.21	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25 + 20)$	%	16.38	16.31	16.34	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	20.61	20.95	20.79	20.78
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	7.60	7.60	7.60	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	79.47	77.82	78.60	78.63
30	Estabilidad sin corregir (tabla de conversión del anexo)	kg	1120	1060	1180	
31	Factor de estabilidad		0.96	0.96	1.00	
32	Estabilidad corregida $35 * 32$	kg	1075	1018	1180	1091
33	Lectura del flexímetro $(0.01 * (35 / 0.264))$	pul.	15	14	18	16
34	Fluencia	m.m.	3.81	3.56	4.57	4.0
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2822	2862	2581	2755

USAT
TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe :Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Guevara Vargas Jhon Klisman

Grava Chancada 1/2"	49%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	444.17	30% RCD	190.36
Arena	685.23	10% V	76.14
Filler			14.10
Peso de C.A			90.00
Total	1500.00		6.00%

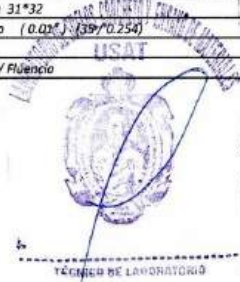
Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.00	42.30
B Arena	54.00	50.76
C Filler	1.00	0.94
D Total	94.00	

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO LIGERO

% Que Pasa el Tamiz							
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº200
100	83.1	76.5	55.0	42.7	18.1	12.4	5.9
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

Mezcla
Especificaciones IVB

#	Descripción	#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.0	6.0	6.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.30	42.30	42.30	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	50.76	50.76	50.76	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.94	0.94	0.94	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	1.470
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.8	6.8	6.8	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1150	1150	1152.0	
14	Peso de la briqueta saturado superficialmente seca	gr.	1152	1151	1153.0	
15	Peso de la briqueta en el agua	gr.	628.0	629	630.0	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	524	522	523.0	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.195	2.203	2.203	2.200
18	Peso específico teórico máxima (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.273	2.273	2.273	2.273
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc.	2.429	2.429	2.429	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	3.47	3.10	3.11	3.23
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.662	2.662	2.662	
23	Peso específico efectiva del agregado total $(3+4) / ((3/P - 8) + (4*P - 10))$	gr/cc.	2.466	2.466	2.466	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-2.37	-2.37	-2.37	
25	% del vol del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3+4) * 17/21$	%	78.89	79.19	79.18	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25 + 20)$	%	17.64	17.71	17.71	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	21.11	20.81	20.82	20.91
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	8.20	8.20	8.20	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	83.58	85.11	85.04	84.58
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1050	1186	1016	
31	Factor de estabilidad		0.96	1.00	0.96	
32	Estabilidad corregida $31 * 32$	kg	1008	1186	975	1056
33	Lectura del flexímetro (0.03") : $(39/0.254)$	pul.	16	19	15	17
34	Fluencia	m.m.	4.06	4.83	3.81	4.2
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2480	2458	2560	2499



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe : Pátapo - La Victoria
DISEÑO DE TRÁFICO	: Tráfico Ligero
TESISTA	: Guevara Vargas Jhon Klisman

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.50%	5.0%	5.5%	6.0%
1.- PESO DEL FRASCO	725	725	733	731
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2560	2560	2568	2570
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	1898	1908	1914	1910
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3398.0	3408.0	3414.0	3410.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1500	1500	1500	1500
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	662	652	654	660
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.265	2.300	2.294	2.273



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT

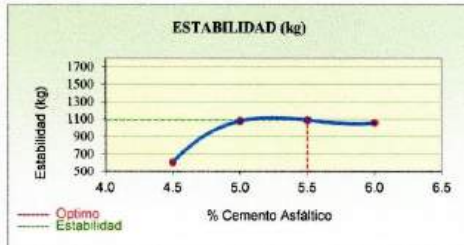
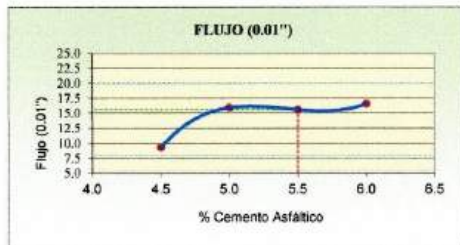
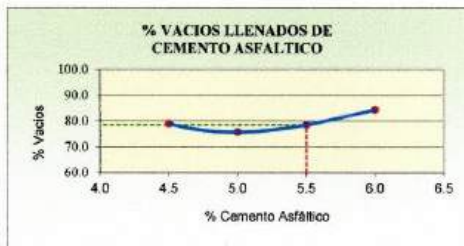
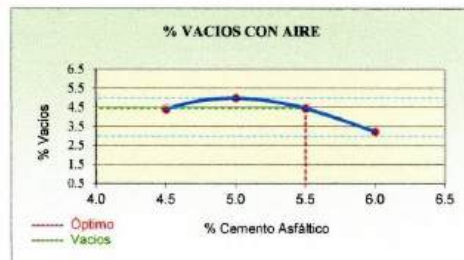
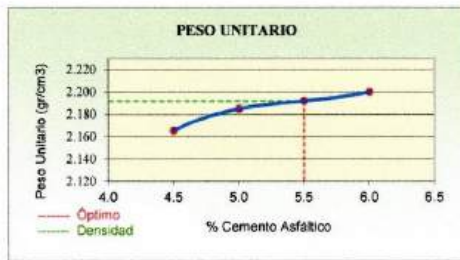


UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS

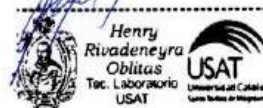


REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	: Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe
DISEÑO DE TRÁFICO	: Tráfico Ligero
TESISTA	: Guevara Vargas Jhon Kilsman



RESULTADOS	
Optimo Contenido C.A	5.5
Peso Unitario (gr/cm ³)	2.192
Vacios (%)	4.44
Vacios del Agregado mineral (%)	20.78
Vacios Llenados de C.A (%)	78.63
Flujo (mm)	3.98
Estabilidad (Kg)	1091
Relación estabilidad - flujo (kg/cm)	2755
Relación Precio - Asfalto	0.93

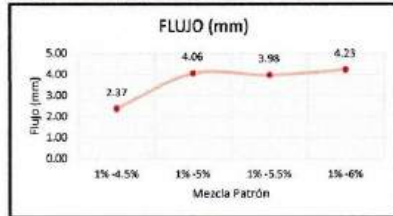
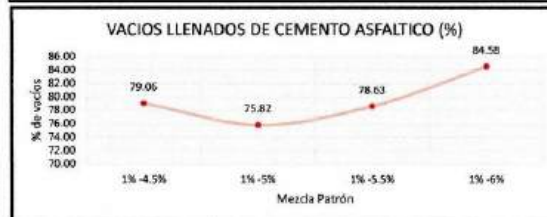
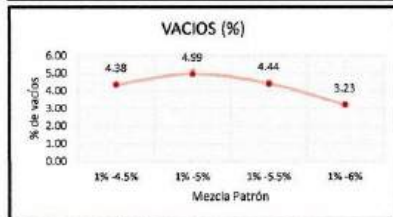




ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDO EN EL DISEÑO DE MEZCLAS

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
DISEÑO DE TRÁFICO	: Tráfico Ligero
TESISTA	: Guevara Vargas Jhon Klisman

RESULTADOS								
Relación Pen- Filler	Peso Unitario (gr/cm ³)	Vacios (%)	Vacios del agregado Mineral (%)	Vacios Llenados de C.A (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (Kg)	Relación Asfalto	Relación Estabilidad Flujo
1% -4.5%	2.17	4.38	20.91	79.06	2.37	607.73	0.76	2565.80
1% -5%	2.18	4.99	20.63	75.82	4.06	1079.40	0.84	2662.52
1% -5.5%	2.19	4.44	20.78	78.63	3.98	1090.93	0.93	2754.87
1% -6%	2.20	3.23	20.91	84.58	4.23	1056.45	1.01	2499.28



Henry Rivadeneyra Obitos
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS
MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MATERIAL	: Mezcla de agregados
CANTERA	: Tres Tomas - Ferrefate
	: Patapo - La Victoria
TESISTA	: Guevara Vagas Jhon Klisman

DATOS DE DISEÑO

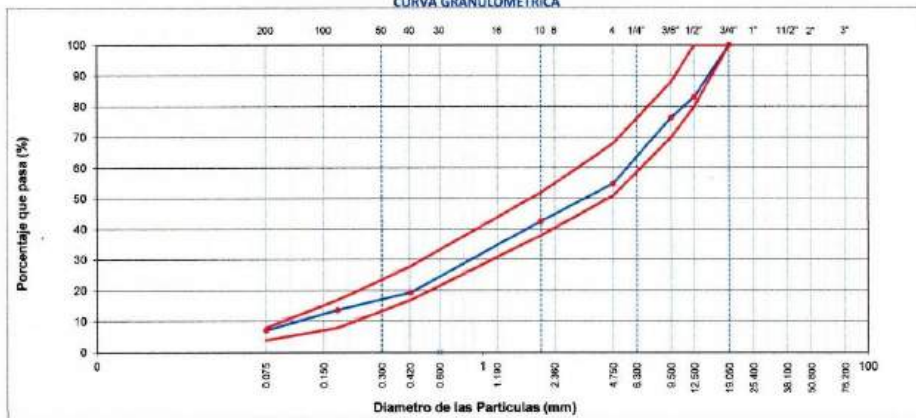
Grava Chancada 1/2"	45%	1440 gr	RCD	30%	432 gr	Grava Chancada 1/2" Final	1008 gr
Arena Chancada 3/4"	54%	1728 gr	Vidrio Molido	15%	259 gr	Arena Chancada 1/4" Final	1469 gr
Cemento (Filar)	1%	32 gr					

CEMENTO ASPALTICO PEN 40/70

DISEÑO DE TRAFICO : TRAFICO LIGERO
 TAMAÑO MAXIMO : 1/2"
 Peso inicial seco : 3200 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.200					MAC-2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	542	16.9	16.9	83.1	80 100	
3/8"	9.500	211	6.6	23.5	76.5	70 88	
Nº 4	4.750	660	21.6	45.1	54.9	51 68	
Nº 10	2.000	392.0	12.2	57.3	42.7	38 52	Observación:
Nº 40	0.425	745.0	23.2	80.6	19.4	17 28	
Nº 80	0.177	182.0	5.7	86.2	13.8	8 17	
Nº 200	0.075	210.0	6.6	92.8	7.2	4 8	
< Nº 200	FONDO	215.0	6.7	99.5			

CURVA GRANULOMETRICA



Henry Rixadenebra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	Tres Tomas - Ferreñafe
	Pátapo - La Victoria
TESISTA	Guevara Vagas Jhon Klisman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO MEN 60/70	

Grava	452.18	30% RCD	193.79
Arena	656.38	15% V	115.83
Filler	14.33		
Peso de C.A	67.50	4.50%	
Total	1500.00		

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.09	43.06
B Arena	53.91	51.48
C Filler	1.00	0.96
D Total	95.50	

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO LIGERO

% Que Pasa el Tamiz							
1"	3/4"	1/2"	3/8"	N#4	N#10	N#40	N#200
100	83.1	76.5	54.9	42.7	19.4	13.8	7.2
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8

Mezcla	Especificaciones IVB

#	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.5	4.5	4.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	43.06	43.06	43.06	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	51.48	51.48	51.48	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.96	0.96	0.96	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	2.702
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	2.568
10	Peso específico Aparente de la arena (#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	1.470
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.5	6.7	6.7	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1118	1109	1104.0	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1119	1109	1104.0	
15	Peso de la briqueta en el agua	gr.	600.0	598	589	
16	Volumen de la briqueta	c.c.	519.0	511	509	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.154	2.170	2.169	2.164
18	Peso específico teórico máxima (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.265	2.265	2.265	2.265
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/5) + (3/2) + (7/8) + (1/4) + (2/19) + 10)$	gr/cc.	2.483	2.483	2.483	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.89	4.18	4.24	4.44
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $100 - 2 / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22	Peso específico Aparente del agregado total $100 - 21 / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.663	2.663	2.663	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P - 8) + (4/P - 10))$	gr/cc.	2.402	2.402	2.402	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-3.47	-3.47	-3.47	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3+4) * 17/21$	%	78.67	79.25	79.21	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25 + 20)$	%	16.44	16.57	16.56	
27	% vacíos del agregado mineral $100 - 25$	%	21.33	20.75	20.79	20.96
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	7.78	7.78	7.78	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	77.08	79.86	79.63	78.85
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	590	490	503	
31	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00	
32	Estabilidad corregida $31 * 32$	kg	510	490	740	580
33	Lectura del flexímetro (0.01") $(35 / 0.254)$	pul.	12	8	13	11
34	Fluencia	mm.	3.05	2.03	3.30	2.8
35	Relación Estabilidad / fluencia	kg/cm	1673	2411	2241	2109

TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
Téc. Laboratorio UBAT





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	: Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñale
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Guevara Vagas Jhon Klisman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	449.81	30% RCD	192.78
Arena	652.94	15% V	115.22
Filler	14.25		
Peso de C.A	75.00		
Total	1500.00		

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.09	42.84
B Arena	53.91	51.21
C Filler	1.00	0.95
D Total	95.00	

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO LIGERO

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	83.1	76.5	54.9	42.7	19.4	13.8	7.2	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla
 Especificaciones IVB

#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta			
2	C.A. en peso de la mezcla	5.0	5.0	5.0
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	42.84	42.84	42.84
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	51.21	51.21	51.21
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	0.95	0.95	0.95
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc. 1.023	1.023	1.023
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.684	2.684	2.684
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.568	2.568	2.568
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc. 1.47	1.47	1.47
12	Altura promedio de la briqueta	cm. 6.7	6.7	7.1
13	Peso de la briqueta en el aire	gr. 1109	1111	1114.0
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr. 1110	1112	1114.0
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr. 605.0	607	609.0
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c. 505	505	505
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc. 2.196	2.200	2.206
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc. 2.300	2.300	2.300
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc. 2.465	2.465	2.465
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	% 4.50	4.33	4.07
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc. 2.615	2.615	2.615
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc. 2.663	2.663	2.663
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P - 8) + (4 * P - 10))$	gr/cc. 2.461	2.461	2.461
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	% -2.45	-2.45	-2.45
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3+4) * 17/21$	% 79.78	79.92	80.14
26	% del volumen de asfalto efectiva / volumen de briqueta $100 - (25 + 20)$	% 15.72	15.75	15.79
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	% 20.22	20.08	19.86
28	Asfalto efectiva / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	% 7.30	7.30	7.30
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	% 77.73	78.43	79.49
30	Estabilidad sin corregir (tabla de corrección del título)	kg 630	958	1002
31	Factor de estabilidad	1.04	1.04	1.04
32	Estabilidad corregida $31 * 28$	kg 655	996	1042
33	Lectura del flexímetro {0.01"} $(35 / 9.254)$	mm 13	17	16
34	Fluencia	mm/cm 3.30	4.32	4.06
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm 1984	2307	2564

USAT
 TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Obilias
 Tec. Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	*Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino*
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Guevara Vagas Jhon Klisman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	447.64	30% RCD	191.76
Arena	649.50	15% V	114.62
Filler	14.18		
Peso de C.A	82.50		5.50%
Total	1500.00		

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.09	42.61
B Arena	53.91	50.94
C Filler	1.00	0.95
D Total	94.50	

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO LIGERO

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	83.1	76.5	54.9	42.7	19.4	13.8	7.2	
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8	

Mezcla	
Especificaciones IVB	

1	Número de briquea	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.5	5.5	5.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.61	42.61	42.61	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	50.94	50.94	50.94	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.95	0.95	0.95	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	
12	Altura promedio de la briquea	cm.	6.5	6.4	6.7	
13	Peso de la briquea en el aire	gr.	1149	1144	1142.0	
14	Peso de la briquea saturada superficialmente seca	gr.	1149	1144	1142.0	
15	Peso de la briquea en el agua	gr.	626.0	628	623.0	
16	Volumen de la briquea 14-15	c.c.	523	516	519.0	
17	Peso unitario de la briquea 13/15 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.197	2.217	2.200	2.205
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.294	2.294	2.294	2.294
19	Máxima densidad teórica de las agregadas $100/((2/6)+(3*(7+8)+(4*2/(9+10)))$	gr/cc.	2.447	2.447	2.447	
20	% de vacíos con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.23	3.35	4.08	3.89
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2.663	2.663	2.663	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4)/((3/P-8)+(4*P-10))$	gr/cc.	2.473	2.473	2.473	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-2.25	-2.25	-2.25	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la briquea $(3+4)*17/21$	%	79.39	80.11	79.51	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briquea $100-(25+20)$	%	16.38	16.53	16.41	
27	% vacíos del agregado mineral $100-25$	%	20.61	19.89	20.49	20.33
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2-(24/100)*(3+4)$	%	7.61	7.61	7.61	
29	Relación betún vacíos $(26/27)*100$	%	79.47	83.13	80.08	80.90
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del apilón)	kg	1109	990	998	
31	Factor de estabilidad		0.96	1.00	1.00	
32	Estabilidad corregida $31*32$	kg	1065	990	998	1018
33	lectura del flexímetro $(0.01*) (35/0.254)$	mm	17	15	16	16
34	Fluencia	mm	4.32	3.81	4.06	4.1
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2466	2598	2456	2507

HENRY RIVADENEYRA OBLITAS

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. 1 - Ingeiero
 USAT





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	Tres Tomas - Ferreñafe Pátapo - La Victoria
TESISTA	Guevara Vagas Jhon Klisman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	445.08	30% RCD	190.75
Arena	646.07	15% V	114.01
Filler	14.10		
Peso de C.A	90.00		
Total	1500.00		

Materia	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.09	42.39
B Arena	53.91	50.67
C Filler	1.00	0.94
D Total	94.00	

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO LIGERO

% Que Pasa el Tamiz							
1"	3/4"	1/2"	3/8"	N#4	N#10	N#40	N#200
100	83.1	76.5	54.9	42.7	19.4	13.8	7.2
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8

Mezcla
Especificaciones IVB

#	Descripción	#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.0	6.0	6.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.39	42.39	42.39	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	50.67	50.67	50.67	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.94	0.94	0.94	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	1.470
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.8	6.8	6.8	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1150	1150	1152.0	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1150	1150	1152.0	
15	Peso de la briqueta en el agua	gr.	628.0	629	630.0	
16	Volumen de la briqueta	c.c.	522	521	522.0	
17	Peso unitario de la briqueta	gr/cc.	2.203	2.207	2.207	2.206
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASTHO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.273	2.273	2.273	2.273
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3^*2)/(7+8) + (4^*2)/(9+10))$	gr/cc.	2.429	2.429	2.429	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	3.10	2.91	2.93	2.98
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-2) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.663	2.663	2.663	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P-8) + (4^*P-10))$	gr/cc.	2.466	2.466	2.466	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21) / (23^*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-2.37	-2.37	-2.37	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3+4) * 17/21$	%	79.19	79.34	79.33	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25+20)$	%	17.71	17.75	17.75	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	20.81	20.66	20.67	20.72
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	8.20	8.20	8.20	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	85.12	85.91	85.83	85.62
30	Estabilidad sin corregir (Tabla de corrección del afilete)	kg	945	987	990	
31	Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00	
32	Estabilidad corregida $31 * 32$	kg	945	987	990	974
33	Lectura del flexómetro $(0.01^* (35 / 0.254))$	gpl.	17	20	19	19
34	Fluencia	mm/mm	4.32	5.08	4.83	4.7
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm ²	2189	1943	2051	2061

TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
Téc. Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	: Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe : Pátapo - La Victoria
DISEÑO DE TRÁFICO	: Tráfico Ligero
TESISTA	: Guevara Vagas Jhon Klisman

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.50%	5.0%	5.5%	6.0%
1.- PESO DEL FRASCO	725	725	733	731
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2560	2560	2568	2570
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	1898	1908	1914	1910
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3398.0	3408.0	3414.0	3410.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1500	1500	1500	1500
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	662	652	654	660
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.265	2.300	2.294	2.273



Henry Rivadeneyra Obitas
 Henry Rivadeneyra Obitas
 Tec. Laboratorio USAT

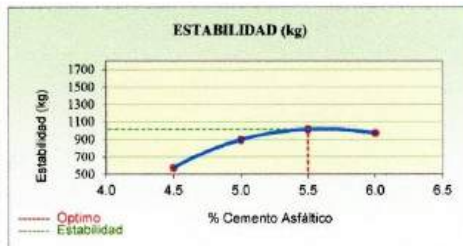
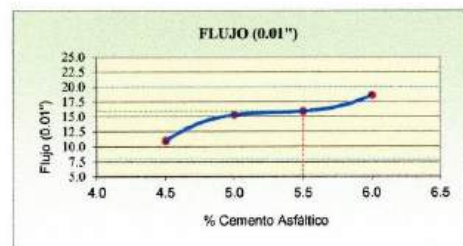
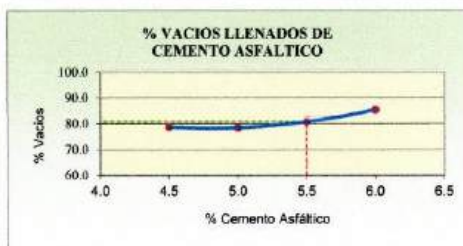
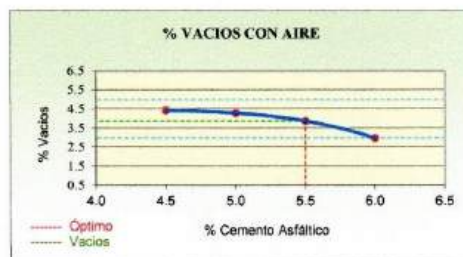



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe
DISEÑO DE TRÁFICO	: Tráfico Ligero
TESISTA	: Guevara Vagas Jhon Klisman



RESULTADOS	
Optimo Contenido C.A	5.5
Peso Unitario (gr/cm ³)	2.205
Vacios (%)	3.89
Vacios del Agregado mineral (%)	20.33
Vacios Llenados de C.A (%)	80.90
Flujo (mm)	4.06
Estabilidad (Kg)	1018
Relación estabilidad / flujo (kg/cm)	2507
Relación P _{opt} /w _{opt}	0.76

USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

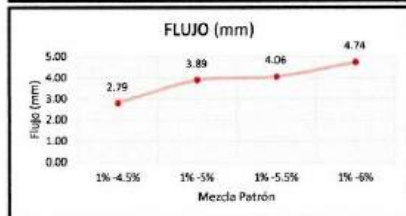
Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDO EN EL DISEÑO DE MEZCLAS

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe : Pátapo - La Victoria
DISEÑO DE TRÁFICO	: Tráfico Liviano
TESISTA	: Guevara Vagas Jhon Kilsman

RESULTADOS								
Relación Pen- Filler	Peso Unitario (gr/cm ³)	Vacios (%)	Vacios del agregado Mineral (%)	Vacios Llenados de C.A (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (Kg)	Relación Polvo Asfalto	Relación Estabilidad Flujo
1%-4.5%	2.16	4.44	20.96	78.85	2.79	580.00	0.62	2108.57
1%-5%	2.20	4.30	20.06	78.55	3.89	897.87	0.69	2285.26
1%-5.5%	2.20	3.89	20.33	80.90	4.06	1017.55	0.76	2506.57
1%-6%	2.21	2.98	20.72	85.62	4.74	974.00	0.83	2060.94



USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS

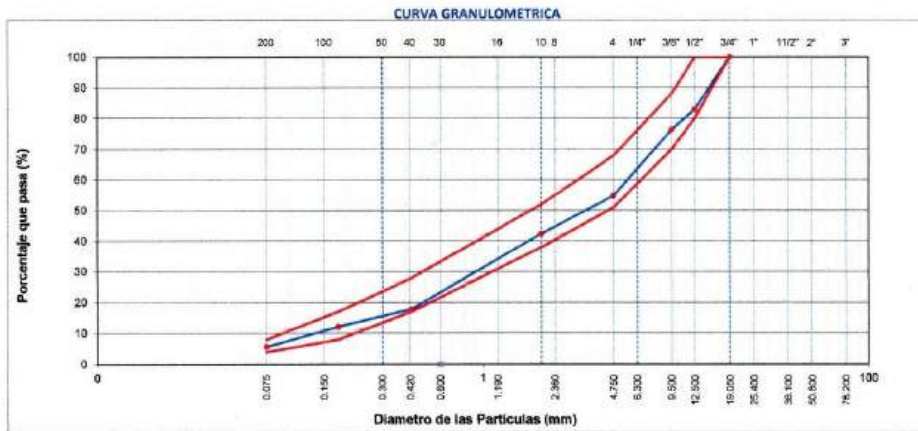


ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS
MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MATERIAL	: Mezcla de agregados
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Guevara Vargas Jhon Klisman

DATOS DE DISEÑO		RCD		Grava Chancada 1/2" Final	
Grava Chancada 1/2"	45% 1440 gr	30% 432 gr	5% 86.4 gr	Grava Chancada 1/4" Final	1008 gr
Arena Chancada 1/4"	54% 1728 gr			Arena Chancada 1/4" Final	1642 gr
Cemento (Filer)	1% 32 gr				
CEMENTO ASFALTICO PENETRANTE			DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO PESADO		
			TAMAÑO MAXIMO : 1/2"		
			Peso Inicial seco : 3200 g		

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					MAC - 2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	545	17.1	17.1	82.9	80 100	
3/8"	9.500	210	6.6	23.6	76.4	70 88	
Nº 4	4.750	687	21.5	45.1	54.9	51 68	
Nº 10	2.000	398.9	12.4	57.5	42.5	38 52	Observación:
Nº 40	0.425	789.8	24.6	82.2	17.8	17 28	
Nº 80	0.177	180.9	5.6	87.8	12.2	8 17	
Nº 200	0.075	206.6	6.4	94.3	5.7	4 8	
< Nº 200	FONDO	170.0	5.3	99.6			



Henry Rivadeneira Obtilas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T - 245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	Tres Tomas - Ferreñafe Pátapo - La Victoria
TESISTA	Guevara Vargas Jhon Klisman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PER 60/70	

Grava	452.25	30% RCD	193.82
Arena	733.50	5% V	38.61
Filler			14.33
Peso de C.A			67.50
Total			1500.00

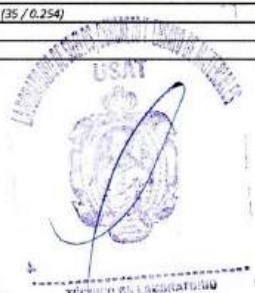
Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.10	43.07
B Arena	53.90	51.47
C Filler	1.00	0.96
D Total		95.50

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO PESADO

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	82.9	76.4	54.9	42.5	17.8	12.2	5.7	
100	80 - 100	70 - 88	53 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla
Especificaciones IVB

	#	1	2	3	Prom.
1 Número de briquea					
2 C.A. en peso de la mezcla	%	4.5	4.5	4.5	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	43.07	43.07	43.07	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	51.47	51.47	51.47	
5 % de filler en peso de mezcla (mínimo 65% peso malla #200)	%	0.96	0.96	0.96	
6 Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7 Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8 Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9 Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10 Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11 Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	1.470
12 Altura promedio de la briquea	cm.	6.5	6.7	6.7	
13 Peso de la briquea en el aire	gr.	1108	1109	1107.0	
14 Peso de la briquea saturada superficialmente seca	gr.	1108	1110	1108.0	
15 Peso de la briquea en el agua	gr.	592.0	596	593	
16 Volumen de la briquea 14-15	c.c.	516.0	514	515	
17 Peso unitario de la briquea 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.147	2.158	2.150	2.151
18 Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.265	2.265	2.265	2.265
19 Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc.	2.483	2.483	2.483	
20 % de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5.19	4.74	5.09	5.01
21 Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 21) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22 Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.663	2.663	2.663	
23 Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.402	2.402	2.402	
24 Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 5(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-3.47	-3.47	-3.47	
25 % del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briquea $(3+4) * 17/21$	%	78.41	78.79	78.50	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de briquea $100 - (25 + 20)$	%	16.39	16.47	16.41	
27 % vacíos del agregado mineral 100-25	%	21.59	21.21	21.50	21.43
28 Asfalto efectiva / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	7.78	7.78	7.78	
29 Relación betón vacíos $(26/27) * 100$	%	75.94	77.66	76.31	76.64
30 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	645	783	587	
31 Factor de estabilidad		1.00	1.00	1.00	
32 Estabilidad corregida 31*32	kg	645	783	587	672
33 Lectura del flexómetro $(0.01") (35 / 0.254)$	mil.	9	11	6	9
34 Fluencia	m.m.	2.29	2.29	2.03	2.4
35 Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2872	2502	2889	2838



Henry Rivadeneira Obilias
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Trus Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Guevara Vargas Jhon Klisman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	449.88	30% RCD	192.81
Arena	729.66	5% V	38.40
Filler	14.25		
Peso de C.A	75.00	5.00%	
Total	1500.00		

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.10	42.85
B Arena	53.90	51.20
C Filler	1.00	0.95
D Total		95.00

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO PESADO

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	82.9	76.4	54.9	42.5	17.8	12.2	5.7	
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8	

Mezcla
Especificaciones IV8

#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta			
2	C.A. en peso de la mezcla	5.0	5.0	5.0
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	42.85	42.85	42.85
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	51.20	51.20	51.20
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	0.95	0.95	0.95
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc. 1.023	1.023	1.023
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.684	2.684	2.684
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.568	2.568	2.568
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc. 1.47	1.47	1.47
12	Altura promedio de la briqueta	cm. 6.7	6.7	7.1
13	Peso de la briqueta en el aire	gr. 1118	1117	1117.0
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr. 1118	1117	1118.0
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr. 616.0	603	602.0
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c. 502	514	516
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc. 2.227	2.173	2.185
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc. 2.300	2.300	2.300
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3 * 2) / ((7+8) + (4 * 2) / (9+10)))$	gr/cc. 2.465	2.465	2.465
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	% 3.15	5.50	5.87
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc. 2.615	2.615	2.615
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc. 2.663	2.663	2.663
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P - 8) + (4 * P - 10))$	gr/cc. 2.461	2.461	2.461
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 5(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	% -2.45	-2.45	-2.45
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3+4) * 17/21$	% 80.90	78.94	78.54
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25+20)$	% 15.94	15.56	15.50
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	% 19.10	21.06	21.36
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	% 7.30	7.30	7.30
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	% 83.48	73.88	72.54
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg 1106	996	1148
31	Factor de estabilidad	1.04	1.00	1.00
32	Estabilidad corregida $31 * 32$	kg 1150	996	1148
33	Lectura del flexímetro (0.01") $(35 / 0.254)$	mm 13	11	16
34	Fluencia	mm/m 3.30	2.79	4.06
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm 3483	3565	2825



Henry Riuadenebra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Guevara Vargas Jhon Klisman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	447.51	30% RCD	191.79
Arena	725.82	5% V	38.20
Filler	14.18		
Peso de C.A	82.50		5.50%
Total	1500.00		

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.10	42.62
B Arena	53.90	50.93
C Filler	1.00	0.95
D Total	94.50	

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO PESADO

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	82.9	76.4	54.9	42.5	17.8	12.2	5.7	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla
Especificaciones IVB

	#	1	2	3	Prom.
1 Número de briqueta					
2 C.A. en peso de la mezcla	%	5.5	5.5	5.5	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.62	42.62	42.62	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	50.93	50.93	50.93	
5 % de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.95	0.95	0.95	
6 Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7 Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8 Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9 Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10 Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11 Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	
12 Altura promedio de la briqueta	cm.	6.5	6.4	6.7	
13 Peso de la briqueta en el aire	gr.	1149	1144	1142.0	
14 Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1149	1146	1143.0	
15 Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr.	626.0	623	622.0	
16 Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	523	523	521.0	
17 Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.197	2.187	2.192	2.192
18 Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASTHO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.294	2.294	2.294	2.294
19 Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3^2 / (7+8)) + (4^2 / (9+10)))$	gr/cc.	2.447	2.447	2.447	
20 % de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.23	4.65	4.45	4.44
21 Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22 Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.663	2.663	2.663	
23 Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P - 8) + (4*P - 10))$	gr/cc.	2.473	2.473	2.473	
24 Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-2.25	-2.25	-2.25	
25 % del vol del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3+4) * 17/21$	%	79.39	79.04	79.21	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25+20)$	%	16.38	16.31	16.34	
27 % vacíos del agregado mineral 100-25	%	20.61	20.96	20.79	20.79
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	7.61	7.61	7.61	
29 Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	79.47	77.82	78.60	78.63
30 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del quilto)	kg	1218	1275	1184	
31 Factor de estabilidad		0.96	0.96	1.00	
32 Estabilidad corregida 31*32	kg	1168	1224	1184	1192
33 Lectura del flexímetro (0.01") (25/0.254)	pul.	16	16	14	15
34 Fluencia	m.m.	4.06	4.06	3.56	3.9
35 Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	2872	3012	3330	3073



Henry Riuadeneyra Obitas
 Terc. Laboratorio USAT
 www.usat.edu.pe



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	:Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino*
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñate
	:Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Guevara Vargas Jhon Klisman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PFN 60/70	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.10	42.39
B Arena	53.90	50.67
C Filler	1.00	0.94
D Total	94.00	

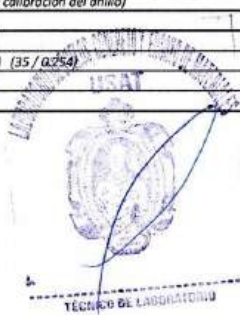
Mezcla
Especificaciones IVB

Grava	445.14	30% RCD	190.78
Arena	721.98	5% V	38.00
Filler		14.10	
Peso de C.A	90.00		6.00%
Total	1500.00		

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO PESADO

% Que Pasa el Tamiz							
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº60	Nº200
100	82.9	76.4	54.9	42.5	17.8	12.2	5.7
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8

1	Número de briqueta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.0	6.0	6.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.39	42.39	42.39	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	50.67	50.67	50.67	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.94	0.94	0.94	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	1.470
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.8	6.8	6.8	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1150	1150	1152.0	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1152	1151	1153.0	
15	Peso de la briqueta en el agua	gr.	628.0	629	630.0	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	524	522	523.0	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.195	2.203	2.203	2.200
18	Peso específico teórico máxima (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.273	2.273	2.273	2.273
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/5) + (3 * 2 / (7 + 8)) + (4 * 2 / (9 + 10)))$	gr/cc.	2.429	2.429	2.429	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17 / 18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	3.47	3.10	3.11	3.23
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 2) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.663	2.663	2.663	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4 * P - 10))$	gr/cc.	2.466	2.466	2.466	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-2.37	-2.37	-2.37	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3 + 4) * 17 / 21$	%	78.89	79.19	79.17	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25 + 20)$	%	17.65	17.71	17.71	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	21.11	20.81	20.83	20.92
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	%	8.20	8.20	8.20	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	83.58	85.12	85.04	84.58
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1132	1221	1070	
31	Factor de estabilidad		0.96	1.00	0.96	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	1087	1221	1028	1112
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35/0.254)	pul.	17	19	20	19
34	Fluencia	m.m.	4.32	4.33	5.08	4.7
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	25.46	25.83	202.3	2356



Mery Rivas Obitas
Tec. Laboratorio USAT





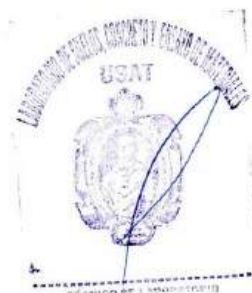
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	: Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe : Pátapo - La Victoria
DISEÑO DE TRÁFICO	: Tráfico Pesado
TESISTA	: Guevara Vargas Jhon Klisman

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.50%	5.0%	5.5%	6.0%
1.- PESO DEL FRASCO	725	725	733	731
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2560	2560	2568	2570
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	1898	1908	1914	1910
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3398.0	3408.0	3414.0	3410.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1500	1500	1500	1500
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	662	652	654	660
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.265	2.300	2.294	2.273



Henry Rivadeneira Oblitas
Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT
USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

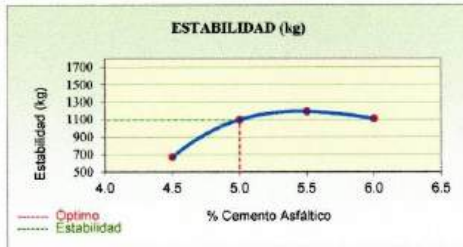
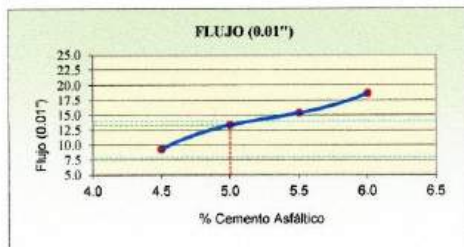
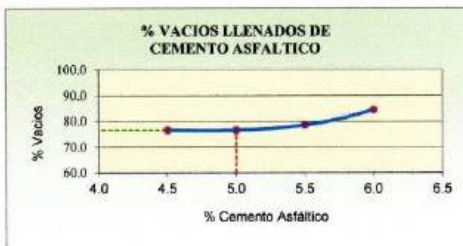
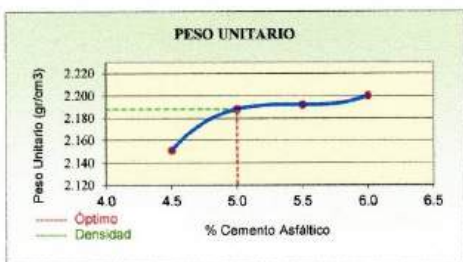


UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	: Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe
DISEÑO DE TRÁFICO	: Tráfico Pesado
TESISTA	: Guevara Vargas Jhon Klisman



RESULTADOS	
Óptimo Contenido C.A	5.0
Peso Unitario (gr/cm ³)	2.188
Vacios (%)	4.84
Vacios del Agregado mineral (%)	20.51
Vacios Llenados de C.A (%)	76.63
Flujo (mm)	10.98
Estabilidad (Kg)	1098
Relación estabilidad - flujo (kg/mm)	3291
Relación Polvo-Asfalto	0.87



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



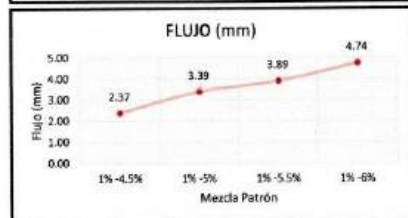
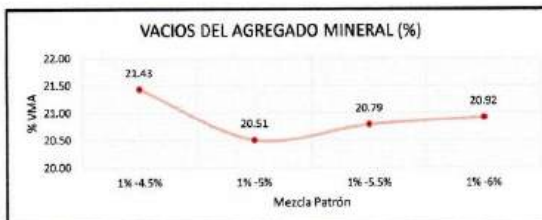
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDO EN EL DISEÑO DE MEZCLAS

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	: Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe : Pátapo - La Victoria
DISEÑO DE TRÁFICO	: Tráfico Pesado
TESISTA	: Guevara Vargas Jhon Klisman

RESULTADOS								
Relación Pen- Filler	Peso Unitario (gr/cm ³)	Vacios (%)	Vacios del agregado Mineral (%)	Vacios Llenados de C.A (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (Kg)	Relación Polvo Asfalto	Relación Estabilidad Flujo
1% -4.5%	2.15	5.01	21.43	76.64	2.37	671.67	0.79	2837.58
1% -5%	2.19	4.84	20.51	76.63	3.39	1098.08	0.87	3291.02
1% -5.5%	2.19	4.44	20.79	78.63	3.89	1192.43	0.96	3072.85
1% -6%	2.20	3.23	20.92	84.58	4.74	1111.72	1.05	2356.40



Henry Rivadeneiry Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS
 MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MATERIAL	: Mezcla de agregados
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Guevara Vargas Jhon Kilsman

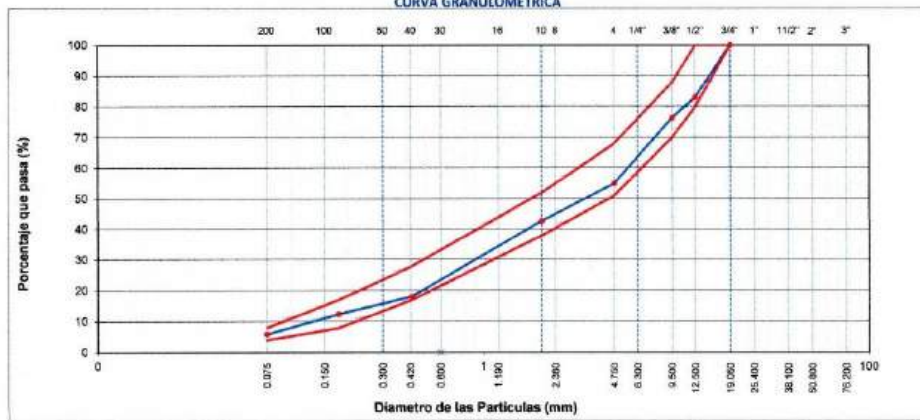
DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada 1/2"	45%	1440	gr	RCD	30%	432	gr	Grava Chancada 1/2" Final	1008	gr
Arena Chancada 1/4"	54%	1728	gr	Vidrio Molido	10%	173	gr	Arena Chancada 1/4" Final	1555	gr
Cemento (Filer)	1%	32	gr							

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO PESADO
 TAMAÑO MAXIMO : 1/2"
 Peso inicial seco : 3200 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					MAC - 2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	542	16.9	16.9	83.1	80 100	
3/8"	9.500	211	6.6	23.5	76.5	70 88	
Nº 4	4.750	687	21.5	45.0	55.0	51 68	
Nº 10	2.000	392.0	12.2	57.3	42.7	38 52	Observación:
Nº 40	0.425	788.0	24.6	81.9	18.1	17 28	
Nº 80	0.177	182.0	5.7	87.6	12.4	8 17	
Nº 200	0.075	209.0	6.5	94.1	5.9	4 8	
< Nº 200	FONDO	181.0	5.7	99.7			

CURVA GRANULOMETRICA



Henry Rivas Obitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Quevara Vargas Jhon Klisman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	451.26	30% RCD	193.40
Arena	696.16	10% V	77.35
Filler			14.33
Peso de C.A	67.50		4.50%
Total	1500.00		

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.00	42.98
B Arena	54.00	51.57
C Filler	1.00	0.96
D Total		95.50

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO PESADO

% Que Pasa el Tamiz							
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº80	Nº200
100	83.1	76.5	55.0	42.7	18.1	12.4	5.9
100	80-100	70-85	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8

Mezcla	IVB
--------	-----

Nº	Descripción	#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	4.5	4.5	4.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.98	42.98	42.98	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	51.57	51.57	51.57	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.96	0.96	0.96	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.702	2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.583	2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc	1.47	1.47	1.47	1.470
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.5	6.7	6.7	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1150	1098	1052.0	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1150	1098	1052.0	
15	Peso de la briqueta en el agua	gr.	615.0	595	560	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	535.0	503	492	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.150	2.183	2.138	2.157
18	Peso específico teórico máxima (Rice) (ASTM D 2042, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.265	2.265	2.265	2.265
19	Máxima densidad teórica de las agregados 100/[(2/6)+(3*2)/(7*8)+(4*2)/(9*10)]	gr/cc	2.483	2.483	2.483	
20	% de vacíos con aire 100*(1-17/18) (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	5.09	3.62	5.59	4.77
21	Peso específico Bulk del Agregado Total (100-21)/[(3/7)+(4/9)+(5/11)]	gr/cc	2.615	2.615	2.615	
22	Peso específico Aparente del agregado total (100-21)/[(3/8)+(4/10)+(5/11)]	gr/cc	2.662	2.662	2.662	
23	Peso específico efectivo del agregado total (3+4)/[(3/P-8)+(4*P-10)]	gr/cc	2.402	2.402	2.402	
24	Asfalto absorbido por el agregado total 100-6(23-21)/[(23*21)] (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-3.46	-3.46	-3.46	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta (3+4)*17/21	%	78.50	79.72	78.09	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta 100-(25+20)	%	16.41	16.66	16.32	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	21.50	20.28	21.91	21.23
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla 2 - (24/100)*(3+4)	%	7.77	7.77	7.77	
29	Relación betún vacíos (26/27)*100	%	76.31	82.15	74.47	77.64
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del equipo)	kg	750	770	860	
31	Factor de estabilidad		0.96	1.04	1.09	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	728	801	937	819
33	Lectura del flexómetro (0.02) (35/0.254)	pul.	10	12	12	11
34	Fluencia	m.m.	2.54	2.79	3.05	2.8
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	283	286	3075	2925



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



TECNICO DEL LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Guevara Vargas Jhon Kilsman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	448.90	30% RCD	192.39
Arena	692.52	10% V	76.95
Filler			14.25
Peso de C.A			75.00
			5.00%
Total			1500.00

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.00	42.75
B Arena	54.00	51.30
C Filler	1.00	0.95
D Total		95.00

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO PESADO

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	83.1	76.5	55.0	42.7	18.1	12.4	5.9	
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8	

Mezcla
Especificaciones IVB

	#	1	2	3	Prom.
1 Número de briqueta					
2 C.A. en peso de la mezcla	%	5.0	5.0	5.0	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.75	42.75	42.75	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	51.30	51.30	51.30	
5 % de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.95	0.95	0.95	
6 Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7 Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8 Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9 Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10 Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11 Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	1.470
12 Altura promedio de la briqueta	cm.	6.7	6.7	7.1	
13 Peso de la briqueta en el aire	gr.	1090	1030	1105.0	
14 Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1090	1030	1105.0	
15 Peso de la briqueta en el agua	gr.	595.0	555	605.0	
16 Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	495	475	500	
17 Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.202	2.168	2.210	2.193
18 Peso específico teórico máxima (Rice) (ASTM D 2041, AASTHO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.300	2.300	2.300	2.300
19 Máxima densidad teórica de las agregadas $100/((2/6)+(3^2/(7+8))+4^2/(9+10))$	gr/cc.	2.465	2.465	2.465	
20 % de vacíos con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.24	5.71	3.90	4.62
21 Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22 Peso específico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2.662	2.662	2.662	
23 Peso específico efectivo del agregado total $(3+4)/((3/P-8)+(4^P-10))$	gr/cc.	2.461	2.461	2.461	
24 Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-2.44	-2.44	-2.44	
25 % del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3+4)*17/21$	%	80.00	78.78	80.29	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100-(25+20)$	%	15.76	15.52	15.82	
27 % vacíos del agregado mineral 100-25	%	20.00	21.22	19.71	20.31
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	7.30	7.30	7.30	
29 Relación betún vacíos $(26/27)*100$	%	78.78	73.12	80.23	77.38
30 Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1106	1100	1148	
31 Factor de estabilidad		1.09	1.14	1.04	
32 Estabilidad corregida 31*32	kg	1206	1254	1194	1218
33 Lectura del flexímetro (0.01") (35 (0.254)	pul.	13	12	15	13.33
34 Fluencia	m.m.	3.30	3.05	3.81	3.4
35 Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3651	4114	3134	3633



Henry
 Rivas
 Ingeniero Civil
 USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	*Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino*
MEZCLA	: Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Guevara Vargas Jhon Klisman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	446.54	30% RCD	191.37
Arena	688.87	10% V	76.54
Filler	14.18		
Peso de C.A	82.50		5.50%
Total	1500.00		

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.00	42.53
B Arena	54.00	51.03
C Filler	1.00	0.95
D Total		94.50

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO PESADO

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	83.1	76.5	55.0	42.7	18.1	12.4	5.9	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla
Especificaciones IVB

#		#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta	%	5.5	5.5	5.5	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	42.53	42.53	42.53	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	51.03	51.03	51.03	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	0.95	0.95	0.95	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.95	0.95	0.95	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASTHO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASTHO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.5	6.4	6.7	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1180	1105	1140.0	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seco	gr.	1180	1105	1143.0	
15	Peso de la briqueta en el agua	gr.	626.0	623	622.0	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	554	482	521.0	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.130	2.293	2.188	2.204
18	Peso específico teórico máxima (Rice) (ASTM D 2041, AASTHO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.294	2.294	2.294	2.294
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/G) + (3*2/(7*8)) + (4*2/(9*10)))$	gr/cc.	2.447	2.447	2.447	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	7.15	0.06	4.62	3.94
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 21) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.662	2.662	2.662	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P - 8) + (4/P - 10))$	gr/cc.	2.473	2.473	2.473	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-2.25	-2.25	-2.25	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3+4) * 17/21$	%	76.97	82.85	79.07	
26	% del volumen de asfalto efectiva / volumen de briqueta $100 - (25+20)$	%	15.88	17.09	16.31	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	23.03	17.15	20.93	20.37
28	Asfalto efectiva / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	7.60	7.60	7.60	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	68.95	99.63	77.94	82.17
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del aparato)	kg	1314	1185	1384	
31	Factor de estabilidad		0.89	1.14	1.00	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	1169	1351	1384	1301
33	Lectura del flexímetro (0.01") $(35 / (8.254))$	pul.	14	12	14	14
34	Fluencia	m.m.	3.56	3.30	3.56	3.5
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm²	3288	4091	3892	3757



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	:Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe
	:Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Guevara Vargas Jhon Kilsman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PFI 60/70	

Grava	444.17	30% RCD	190.36
Arena	685.23	10% V	76.14
Filler	14.10		
Peso de C.A	90.00		6.00%
Total	1500.00		

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.00	42.30
B Arena	54.00	50.76
C Filler	1.00	0.94
D Total	94.00	

DISEÑO DE TRÁFICO : TRAFICO PESADO

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº60	Nº200
100	83.1	76.5	55.0	42.7	18.1	12.4	5.9	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla	
Especificaciones IVB	

1	Número de briqueta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	6.0	6.0	6.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.30	42.30	42.30	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	50.76	50.76	50.76	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.94	0.94	0.94	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	1.470
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.8	6.8	6.8	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1150	1150	1152.0	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1152	1151	1153.0	
15	Peso de la briqueta en el agua	gr.	628.0	629	630.0	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	524	522	523.0	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.195	2.203	2.203	2.200
18	Peso específico teórico máxima (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.273	2.273	2.273	2.273
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc.	2.429	2.429	2.429	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	3.47	3.10	3.11	3.23
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.662	2.662	2.662	
23	Peso específico efectiva del agregado total $(3 + 4) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.466	2.466	2.466	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-2.37	-2.37	-2.37	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3 + 4) * 17/21$	%	78.89	79.19	79.18	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25 + 20)$	%	17.64	17.71	17.71	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	21.11	20.81	20.82	20.91
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	%	8.20	8.20	8.20	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	83.58	85.11	85.04	84.58
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1240	1290	1350	
31	Factor de estabilidad		0.96	1.00	0.96	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	1190	1290	1296	1259
33	Lectura del flexímetro (0.01") $(35 / 0.254)$	mil.	15	16	15	16
34	Fluencia	m.m.	3.61	4.06	4.57	4.1
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3124	3174	2835	3044



TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANtera	:Tres Tomas - Ferreñafe : Pátapo - La Victoria
DISEÑO DE TRÁFICO	: Tráfico Pesado
TESISTA	:Guevara Vargas Jhon Klisman

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.50%	5.0%	5.5%	6.0%
1.- PESO DEL FRASCO	725	725	733	731
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2560	2560	2568	2570
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	1898	1908	1914	1910
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3398.0	3408.0	3414.0	3410.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1500	1500	1500	1500
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	662	652	654	660
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.265	2.300	2.294	2.273



Henry Rivadeneira Oblitas
Tec. Laboratorio USAT



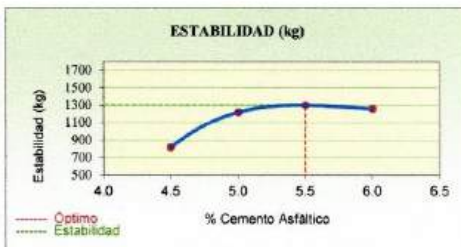
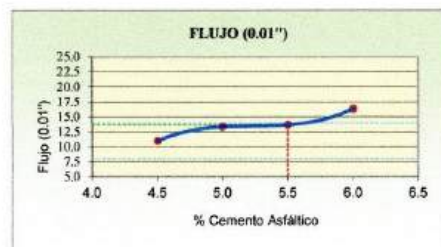
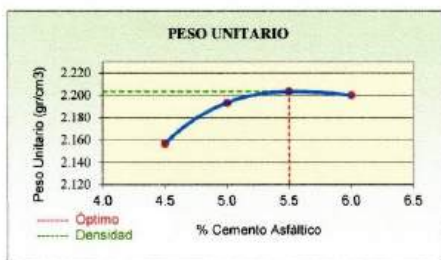


UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe
DISEÑO DE TRÁFICO	: Tráfico Pesado
TESISTA	:Guevara Vargas Jhon Klisman



RESULTADOS	
Optimo Contenido C.A	5.5
Peso Unitario (gr/cm ³)	2.204
Vacios (%)	3.94
Vacios del Agregado mineral (%)	20.37
Vacios Llenados de C.A (%)	82.17
Flujo (mm)	3.9
Estabilidad (Kg)	1301
Relación estabilidad - flujo (kg/cm ³)	3757
Relacion Polvo-Asfalto	0.93

USAT
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
 TECNICO DE LABORATORIO

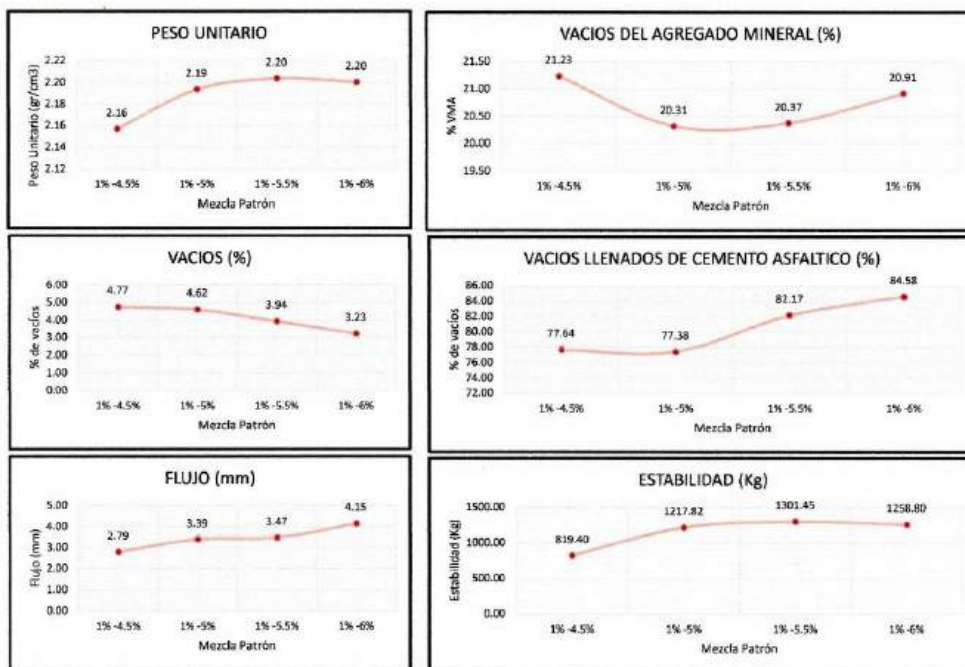
Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. LABORATORIO USAT



ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDO EN EL DISEÑO DE MEZCLAS

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe : Pátapo - La Victoria
DISEÑO DE TRÁFICO	: Tráfico Pesado
TESISTA	: Guevara Vargas Jhon Klisman

RESULTADOS								
Relación Pen- Filler	Peso Unitario (gr/cm ³)	Vacios (%)	Vacios del agregado Mineral (%)	Vacios Llenados de C.A (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (Kg)	Relación Polvo Asfalto	Relación Estabilidad Flujo
1% -4.5%	2.16	4.77	21.23	77.64	2.79	819.40	0.76	2925.42
1% -5%	2.19	4.62	20.31	77.38	3.39	1217.82	0.84	3632.92
1% -5.5%	2.20	3.94	20.37	82.17	3.47	1301.45	0.93	3757.29
1% -6%	2.20	3.23	20.91	84.58	4.15	1258.80	1.01	3044.42



TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Obitos
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS
 MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MATERIAL	Mezcla de agregados
CANTERA	Tres Tomas - Ferreñafe Pátapo - La Victoria
TESISTA	Guevara Vargas Jhon Kilsman

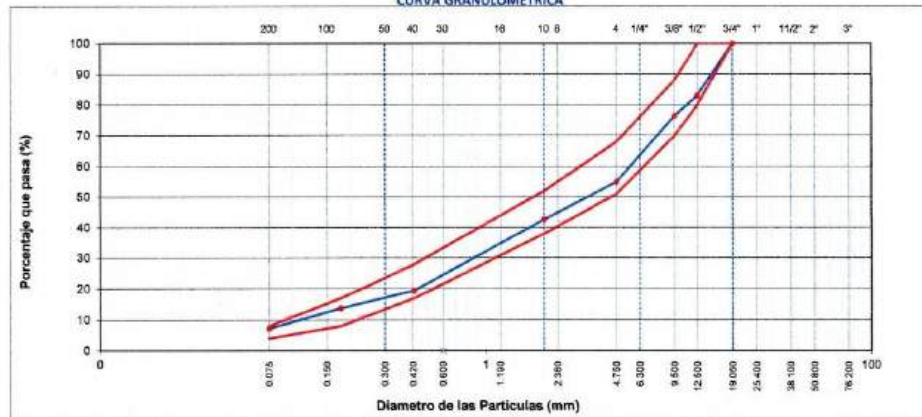
DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada 1/2"	45%	1440	BT	RCD	30%	432	BT	Grava Chancada 1/2" Final	1008	BT
Arena Chancada 1/4"	54%	1728	BT	Vidrio Molido	15%	259	BT	Arena Chancada 1/4" Final	1469	BT
Cemento (Filer)	1%	32	BT							

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO PESADO
 TAMAÑO MAXIMO : 1/2"
 Peso inicial seco : 3200 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.200					MAC-2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	542	16.9	16.9	83.1	80 - 100	
3/8"	9.500	211	6.6	23.5	76.5	70 - 88	
Nº 4	4.750	690	21.6	45.1	54.9	51 - 68	
Nº 10	2.000	392.0	12.2	57.3	42.7	38 - 52	Observación:
Nº 40	0.425	745.0	23.2	80.6	19.4	17 - 28	
Nº 80	0.177	182.0	5.7	86.2	13.8	8 - 17	
Nº 200	0.075	210.0	6.6	92.8	7.2	4 - 8	
< Nº 200	FONDO	215.0	6.7	99.5			

CURVA GRANULOMETRICA



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Guevara Vargas Jhon Klisman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	452.18	30% RCD	193.79
Arena	656.38	15% V	115.83
Filler	14.33		
Peso de C.A	67.50		4.50%
Total	1500.00		

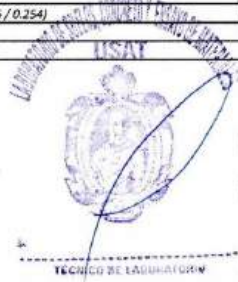
Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.09	43.06
B Arena	53.91	51.48
C Filler	1.00	0.96
D Total		95.50

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO PESADO

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	83.1	76.5	54.9	42.7	19.4	13.8	7.2	
100	80 - 100	70 - 88	52 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla	
Especificaciones IVB	

#	1	2	3	Prom.
1	Número de briketa			
2	C.A. en peso de la mezcla	4.5	4.5	4.5
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	43.06	43.06	43.06
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	51.48	51.48	51.48
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% paso malla #200)	0.96	0.96	0.96
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc. 1.023	1.023	1.023
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.684	2.684	2.684
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.568	2.568	2.568
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc. 1.47	1.47	1.47
12	Altura promedio de la briketa	cm. 6.5	6.7	6.7
13	Peso de la briketa en el aire	gr. 1130	1050	1080.0
14	Peso de la briketa saturada superficialmente seca	gr. 1130	1050	1080.0
15	Peso de la briketa en el agua	gr. 615.0	560	580
16	Volumen de la briketa 14-15	c.c. 515.0	490	500
17	Peso unitario de la briketa 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc. 2.194	2.243	2.160
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc. 2.265	2.265	2.265
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc. 2.483	2.483	2.483
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	% 3.12	5.39	4.63
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc. 2.615	2.615	2.615
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc. 2.663	2.663	2.663
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc. 2.402	2.402	2.402
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	% -3.47	-3.47	-3.47
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briketa $(3 + 4) * 17/21$	% 80.13	78.25	78.88
26	% del volumen de asfalto efectiva / volumen de briketa $100 - (25 + 20)$	% 16.75	16.36	16.49
27	% vacíos del agregado mineral $100 - 25$	% 19.87	21.75	21.12
28	Asfalto efectiva / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	% 7.78	7.78	7.78
29	Relación betón vacíos $(26/27) * 100$	% 84.29	75.22	78.07
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg 750	770	860
31	Factor de estabilidad	1.00	1.09	1.04
32	Estabilidad corregida $31 * 32$	kg 702	750	820
33	Lectura del flexímetro $(0.01") (35 / 0.254)$	pul. 32	32	32
34	Fluencia	m.m. 3.05	3.05	3.05
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm 2257	2461	2690



Henry Rivadeneira Obiñas
 Tec. LABORATORIO USAT



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe : Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Guevara Vargas Jhon Kilisman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 68/79	

Grava	449.81	30% RCD	192.78
Arena	652.94	15% V	115.22
Filler	14.25		
Peso de C.A	75.00		
Total	1500.00		

	Material	% Mezcla	% Diseño
A	Grava Triturada	45.09	42.84
B	Arena	53.91	51.21
C	Filler	1.00	0.95
D	Total	95.00	

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO PESADO

		% Que Pasa el Tamiz							
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200	
100	83.1	76.5	54.9	42.7	19.4	13.8	7.2		
100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8		

Mezcla	Especificaciones IVB

#	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta	#	1	2	3	
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.0	5.0	5.0	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.84	42.84	42.84	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	%	51.21	51.21	51.21	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	%	0.95	0.95	0.95	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	1.470
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.7	6.7	7.1	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1095	1025	1100.0	
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr.	1095	1025	1100.0	
15	Peso de la briqueta en el agua	gr.	594.0	565	600.0	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	501	460	500	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.186	2.228	2.200	2.205
18	Peso específico teórico máxima (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.300	2.300	2.300	2.300
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100 / ((2/6) + (3/2) + (7/8) + (4/2) + (9/10))$	gr/cc.	2.465	2.465	2.465	
20	% de vacíos con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	4.96	3.10	4.33	4.13
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100 - 21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.663	2.663	2.663	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3 + 4) / ((3/P - 8) + (4 * P - 10))$	gr/cc.	2.461	2.461	2.461	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100 - 6(23 - 21) / (23 * 21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-2.45	-2.45	-2.45	
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3 + 4) * 17/21$	%	79.40	80.95	79.92	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100 - (25 + 20)$	%	15.65	15.95	15.75	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	20.60	19.05	20.08	19.91
28	Asfalto efectiva / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3 + 4)$	%	7.30	7.30	7.30	
29	Relación betún vacíos $(26/27) * 100$	%	75.94	83.71	78.43	79.36
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1005	990	1050	
31	Factor de estabilidad		1.04	1.19	1.04	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	1045	1178	1092	1105
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35/0.254)	pul.	13	13	15	13.67
34	Fluencia	mm	3.30	3.30	3.81	3.5
35	Relación Estabilidad / Fluencia	Kg/cm	3165	3568	2866	3200

TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Obillos
Tec. Laboratorio USAT





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Guevara Vargas Jhon Klisman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
CEMENTO ASFALTICO PERI 50/70	

Grava	447.44	30% RCD	191.76
Arena	649.50	15% V	114.62
Filler	14.18		
Peso de C.A	82.50	5.50%	
Total	1500.00		

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.09	42.61
B Arena	53.91	50.94
C Filler	1.00	0.95
D Total	94.50	

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO PESADO

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	89.1	76.5	54.9	42.7	19.4	13.8	7.2	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 52	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla
Especificaciones IVB

#	Descripción	Unidad	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta	#	1	2	3	Prom.
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.5	5.5	5.5	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	%	42.61	42.61	42.61	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	50.94	50.94	50.94	
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa maila #200)	%	0.95	0.95	0.95	
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.023	1.023	1.023	
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.684	2.684	2.684	
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc.	2.702	2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.568	2.568	2.568	
10	Peso específico Aparente de la arena(<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc.	2.583	2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc.	1.47	1.47	1.47	
12	Altura promedio de la briqueta	cm.	6.5	6.4	6.7	
13	Peso de la briqueta en el aire	gr.	1180	1105	1140.0	
14	Peso de la briqueta saturado superficialmente seca	gr.	1180	1105	1143.0	
15	Peso de la briqueta en el agua 25 °C	gr.	648.0	605	630.0	
16	Volumen de la briqueta 14-15	c.c.	532	500	513.0	
17	Peso unitario de la briqueta 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc.	2.218	2.210	2.222	2.217
18	Peso específico teórica máxima (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc.	2.294	2.294	2.294	2.294
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100/((2/5)+(3*2)/(7+8)+(4*2)/(9+10))$	gr/cc.	2.447	2.447	2.447	
20	% de vacíos con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	3.31	3.66	3.13	3.37
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-21)/((3/7)-(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2.615	2.615	2.615	
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2.663	2.663	2.663	
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4) / ((3/P- 8)+(4*P-10))$	gr/cc.	2.473	2.473	2.473	
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	%	-2.25	-2.25	-2.25	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3+4)*17/21$	%	80.15	79.86	80.30	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100-(25+20)$	%	16.54	16.48	16.57	
27	% vacíos del agregado mineral 100-25	%	19.85	20.14	19.70	19.90
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	7.61	7.61	7.61	
29	Relación betún vacíos $(26/27)*100$	%	83.32	81.82	84.12	83.08
30	Estabilidad sin corregir (tabla de calibración del anillo)	kg	1200	1080	1380	
31	Factor de estabilidad		0.96	1.04	1.00	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	1152	1123	1380	1218
33	Lectura del flexímetro (0.01") (35/0.254)	pul	14	15	13	14
34	Fluencia	gr/cc.	3.56	3.81	3.30	3.6
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3240	2948	4179	3456

USAT
 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



DOSIFICACION DE CONCRETO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	*Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino*
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe
	:Pátapo - La Victoria
TESISTA	:Guevara Vargas, Iñon Klisman

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento (Filler)	1%
LEMIENTO ASFALTICO PEN 50/70	

Grava	445.08	30% RCD	190.75
Arena	646.07	15% V	114.01
Filler	14.10		
Peso de C.A	90.00		
Total	1500.00		

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.09	42.39
B Arena	53.91	50.67
C Filler	1.00	0.94
D Total		94.00

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO PESADO

% Que Pasa el Tamiz								
1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº10	Nº40	Nº80	Nº200
100	83.1	76.5	54.9	42.7	19.4	13.8	7.2	
100	80 - 100	70 - 88	51 - 68	38 - 51	17 - 28	8 - 17	4 - 8	

Mezcla		
Especificaciones IVB		

#	1	2	3	Prom.
1	Número de briqueta			
2	C.A. en peso de la mezcla	6.0	6.0	6.0
3	% de grava triturada en peso de la mezcla (mayor #4)	42.39	42.39	42.39
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla (menor #4)	50.67	50.67	50.67
5	% de filler en peso de mezcla (mínimo 65% pasa malla #200)	0.94	0.94	0.94
6	Peso específico aparente de cemento asfáltico	gr/cc. 1.023	1.023	1.023
7	Peso específico Bulk de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.684	2.684	2.684
8	Peso específico Aparente de la grava (>#4) (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc. 2.702	2.702	2.702
9	Peso específico Bulk de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.568	2.568	2.568
10	Peso específico Aparente de la arena (<#4) (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc. 2.583	2.583	2.583
11	Peso específico aparente del filler	gr/cc. 1.47	1.47	1.47
12	Altura promedio de la briqueta	cm. 6.8	6.8	6.8
13	Peso de la briqueta en el aire	gr. 1205	1130	1120.0
14	Peso de la briqueta saturada superficialmente seca	gr. 1205	1130	1120.0
15	Peso de la briqueta en el agua	25 °C gr. 655.0	615	625.0
16	Volumen de la briqueta	c.c. 550	515	495.0
17	Peso unitario de la briqueta	gr/cc. 2.191	2.194	2.263
18	Peso específico teórico máximo (Rice) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc. 2.273	2.273	2.273
19	Máxima densidad teórica de los agregados $100/((2/5)+(3*2/(7+8))+(4*2/(9+10)))$	gr/cc. 2.429	2.429	2.429
20	% de vacíos con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203, MTC E 505)	% 3.63	3.49	0.48
21	Peso específico Bulk del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc. 2.615	2.615	2.615
22	Peso específico Aparente del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc. 2.663	2.663	2.663
23	Peso específico efectivo del agregado total $(3+4)/(13/P-8)+(4*P-10)$	gr/cc. 2.466	2.466	2.466
24	Asfalto absorbido por el agregado total $100-6(23-21)/(23*21)$ (ASTM D 4469, MTC E 511)	% -2.37	-2.37	-2.37
25	% del vol. del Agregado / Volumen Bruto de la briqueta $(3+4)*17/21$	% 78.75	78.87	81.33
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de briqueta $100-(25+20)$	% 17.62	17.64	18.19
27	% vacíos del agregado mineral $100-25$	% 21.25	21.13	18.67
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	% 8.20	8.20	8.20
29	Relación betón vacíos $(26/27)*100$	% 82.91	83.49	97.44
30	Estabilidad sin corregir (tablo de calibración del anillo)	kg 1240	1290	1350
31	Factor de estabilidad	0.89	1.00	1.09
32	Estabilidad corregida $31*32$	kg 1230	1350	1490
33	Lectura del flexímetro $(0.01") (35 / 0.254)$	pul. 18	15	17
34	Fluencia	m.m. 4.57	3.81	4.32
35	Relación Estabilidad / Fluencia	kg/cm 2690	3543	3451



Henry
 Guevara
 Obilias
 Tec. Laboratorio
 USAT



TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe : Pátapo - La Victoria
DISEÑO DE TRÁFICO	: Tráfico Pesado
TESISTA	:Guevara Vargas Jhon Klisman

PORCENTAJE DE ASFALTO	4.50%	5.0%	5.5%	6.0%
1.- PESO DEL FRASCO	725	725	733	731
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2560	2560	2568	2570
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	1898	1908	1914	1910
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3398.0	3408.0	3414.0	3410.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1500	1500	1500	1500
6.- AGUA DESPLAZADA (2)-(3)	662	652	654	660
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.265	2.300	2.294	2.273



Henry Rivadeneira Obilitas
Tec. Laboratorio USAT



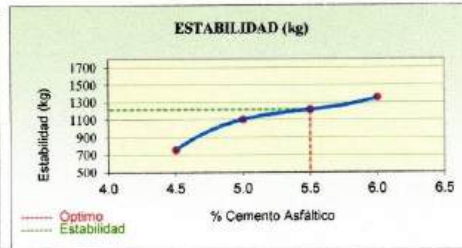
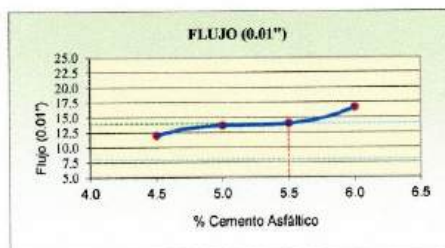
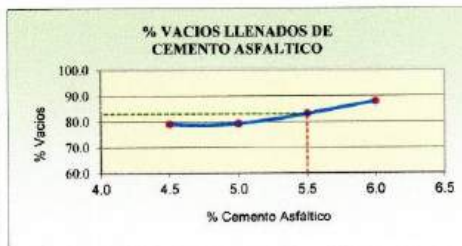
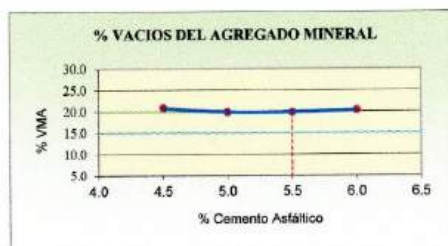
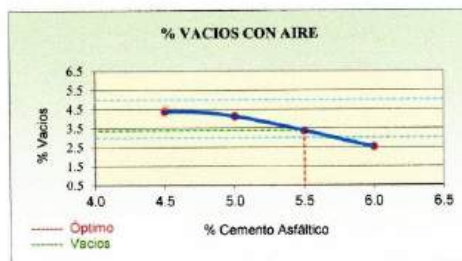


UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



REPRESENTACION GRAFICA DEL DISEÑO ASFALTICO
 METODO MARSHALL - ASTM - D 1559 AASTHO T -245

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	:Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	:Tres Tomas - Ferreñafe
DISEÑO DE TRÁFICO	: Tráfico Pesado
TESISTA	:Guevara Vargas Jhon Klisman



RESULTADOS	
Óptimo Contenido C.A	5.5
Peso Unitario (gr/cm ³)	2.217
Vacios (%)	3.37
Vacios del Agregado mineral (%)	19.90
Vacios Llenados de C.A (%)	83.08
Flujo (mm)	13.56
Estabilidad (Kg)	1218
Relación estabilidad - flujo (kg/cm ³)	3456
Relación Polvo-Asfalto	0.76



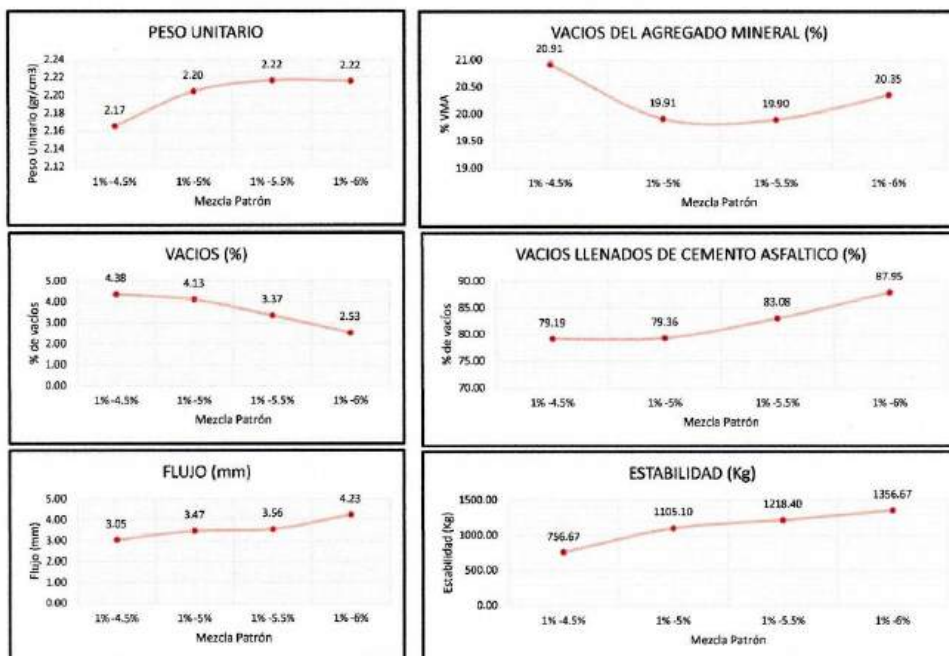
Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. LABORATORIO USAT



ANALISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDO EN EL DISEÑO DE MEZCLAS

TESIS	"Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino"
MEZCLA	: Mezcla asfáltica convencional
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe : Pátapo - La Victoria
DISEÑO DE TRÁFICO	: Tráfico Pesado
TESISTA	: Guevara Vargas Jhon Klisman

RESULTADOS								
Relación Pen-Filler	Peso Unitario (gr/cm ³)	Vacios (%)	Vacios del agregado Mineral (%)	Vacios Llenados de C.A (%)	Flujo (mm)	Estabilidad (Kg)	Relación Polvo Asfalto	Relación Estabilidad Flujo
1% -4.5%	2.17	4.38	20.91	79.19	3.05	756.67	0.62	2482.50
1% -5%	2.20	4.13	19.91	79.36	3.47	1105.10	0.69	3199.78
1% -5.5%	2.22	3.37	19.90	83.08	3.56	1218.40	0.76	3455.64
1% -6%	2.22	2.53	20.35	87.95	4.23	1356.67	0.83	3228.09





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ENSAYO CÁNTABRO DE DESGASTE PARA MEZCLAS
 MTC E 515

TEMA:	Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino
CANTERA:	Tres Tomas - Ferreñafe Pátapo - La Victoria
TESISTA:	Guevara Vargas Jhon Kilman

DATOS DE DISEÑO CONVENCIONAL

Grava Chancada 1/2"	43%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento	3%
Agregado de Concreto Reciclado	0%
Vidrio Molido	0%

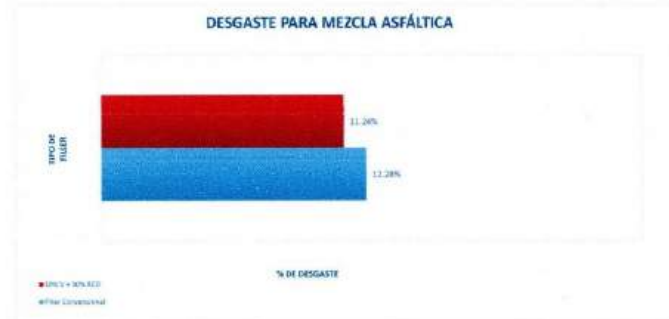
DATOS DE DISEÑO MODIFICADO

Grava Chancada 1/2"	45%	Agregado de Concreto Reciclado	30%
Arena Chancada 1/4"	54%	Vidrio Molido	10%
(Filler)	3%		

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO LIGERO

ENSAYO CÁNTABRO DE DESGASTE PARA MEZCLAS

N° DE BRIQUETA	TIPO DE FILLER	% OPTIMO DE AGREGADO	N° DE REVOLUCIONES	TEMPERATURA °C	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DESGASTE	PROMEDIO
1	CONVENCIONAL	-	300	25°	1150.00	995	13.48%	12.28%
2	CONVENCIONAL	-	300	25°	1105.00	985	10.86%	
3	CONVENCIONAL	-	300	25°	1124.00	970	13.70%	
4	CONVENCIONAL	-	300	25°	1136.00	1010	11.00%	
1	ADICIÓN	10% V+30 ACRN	300	25°	1121.00	995	11.24%	11.24%
2	ADICIÓN	10% V+30 ACRN	300	25°	1105.00	1015	8.14%	
3	ADICIÓN	10% V+30 ACRN	300	25°	1126.00	1010	10.30%	
4	ADICIÓN	10% V+30 ACRN	300	25°	1180.00	1000	15.25%	



NOTA:
 El ensayo MTC E 515, no deberán ser superiores al 25%, a 25 °C.
 El ensayo (MTC E 515), tras ser sometidas las probetas a un proceso de entablado durante 24 horas a 60°C, no podrá exceder del 40%.



Henry Rivas Obillas
 Henry Rivas Obillas
 Tec. Laboratorio
 USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ENSAYO CÁNTABRO DE DESGASTE PARA MEZCLAS
 MTC E 515

TESIS	Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando ROD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino
CANTERA	Tres Tomas - Ferreñafe Pátapo - La Victoria
TESISTA	Guevara Vargas Jhon Klisman

DATOS DE DISEÑO CONVENCIONAL

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento	1%
Agregado de Concreto Reciclado	0%
Vidrio Molido	0%

DATOS DE DISEÑO MODIFICADO

Grava Chancada 1/2"	45%	Agregado de Concreto Reciclado	30%
Arena Chancada 1/4"	54%	Vidrio Molido	10%
(Filler)	1%		

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO LIGERO

ENSAYO CÁNTABRO DE DESGASTE PARA MEZCLAS

N° DE BRIQUETA	TIPO DE FILLER	% OPTIMO DE AGREGADO	N° DE REVOLUCIONES	TEMPERATURA °C	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DESGASTE	PROMEDIO
1	CONVENCIONAL	-	300	60°	1150.00	995	13.48%	18.42%
2	CONVENCIONAL	-	300	90°	1105.00	880	20.38%	
3	CONVENCIONAL	-	300	90°	1128.00	805	25.04%	
4	CONVENCIONAL	-	300	60°	1136.00	965	16.81%	
1	ADICIÓN	10% V+30 ACRN	300	60°	1121.00	950	15.25%	14.86%
2	ADICIÓN	10% V+30 ACRN	300	60°	1105.00	965	12.87%	
3	ADICIÓN	10% V+30 ACRN	300	60°	1126.00	1000	11.15%	
4	ADICIÓN	10% V+30 ACRN	300	60°	1180.00	940	20.34%	



NOTA:
 El ensayo MTC E 515, no deberán ser superiores al 25%, a 25 °C
 El ensayo (MTC E 515), tras ser sometidas las probetas a un proceso de inmersión durante 24 horas a 60°C, no podrá exceder del 40%

USAT
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS
 TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Obitos
 Tec. Laboratorio USAT
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ENSAYO CÁNTABRO DE DESGASTE PARA MEZCLAS
 MTC E 515

TEMA	Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino
CAJETERA	Tres Tomas - Ferrelle Pátapo - La Victoria
TESISTA	Guevara Vargas Jhon Klaman

DATOS DE DISEÑO CONVENCIONAL

Grava Chancada 1/2"	43%
Arena Chancada 1/4"	54%
Cemento	1%
Agregado de Concreto Reciclado	0%
Vidrio Molida	0%

DATOS DE DISEÑO MODIFICADO

Grava Chancada 1/2"	43%	Agregado de Concreto Reciclado	30%
Arena Chancada 1/4"	54%	Vidrio Molida	10%
(Filler)	1%		

CEMENTO AFALTICO 60/70

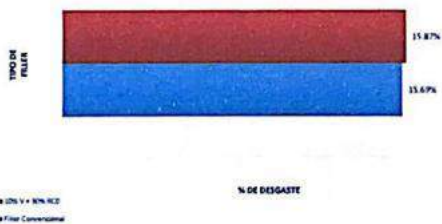
DISEÑO DE TRÁFICO 1

TRÁFICO PESADO

ENSAYO CÁNTABRO DE DESGASTE PARA MEZCLAS

N° DE BRIQUETA	TIPO DE FILLER	% OPTIMO DE AGREGADO	N° DE REVOLUCIONES	TEMPERATURA °C	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DESGASTE	PROMEDIO
1	CONVENCIONAL	-	300	25°	1165.90	995	14.60%	15.69%
2	CONVENCIONAL	-	300	25°	1175.80	985	16.23%	
3	CONVENCIONAL	-	300	25°	1136.50	970	14.65%	
4	CONVENCIONAL	-	300	25°	1196.00	990	17.22%	
1	ADICIÓN	10% V+30 AC/RN	300	25°	1145.00	995	13.10%	15.87%
2	ADICIÓN	10% V+30 AC/RN	300	25°	1178.00	980	16.81%	
3	ADICIÓN	10% V+30 AC/RN	300	25°	1163.40	960	17.48%	
4	ADICIÓN	10% V+30 AC/RN	300	25°	1156.00	970	16.09%	

DESGASTE PARA MEZCLA ASFÁLTICA



NOTA:
 El ensayo MTC E 515, no deberán ser superiores al 25%, al 25 °C
 El ensayo (MTC E 515), tras ser sometidas las probetas a un proceso de inmersión durante 24 horas a 60°C, no podrá exceder del 40%

USAT
 TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**ENSAYO CÁNTABRO DE DESGASTE PARA MEZCLAS
 MTC E 515**

TITULO	Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino
CANTERA	Tres Tomas - Ferreñafe
PROYECTO	Pátapo - La Victoria
TESISTA	Guevara Vargas Jhon Klaman

DATOS DE DISEÑO CONVENCIONAL

Grava Chancada 1/2"	45%
arena Chancada 1/4"	54%
Cemento	1%
Agregado de Concreto Reciclado	0%
Vidrio Molido	0%

DATOS DE DISEÑO MODIFICADO

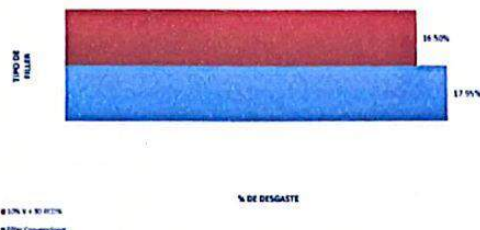
Grava Chancada 1/2"	45%	Agregado de Concreto Reciclado	30%
arena Chancada 1/4"	54%	Vidrio Molido	10%
(Filler)	1%		

DISEÑO DE TRÁFICO

TRÁFICO PESADO

N° DE BIRQUETA	TIPO DE FILLER	% OPTIMO DE AGREGADO	N° DE REVOLUCIONES	TEMPERATURA °C	PESO INICIAL	PESO FINAL	% DESGASTE	PROMEDIO
1	CONVENCIONAL	-	300	60°	1135.00	993	12.33%	17.85%
2	CONVENCIONAL	-	300	60°	1115.00	880	21.08%	
3	CONVENCIONAL	-	300	60°	1150.00	910	20.87%	
4	CONVENCIONAL	-	300	60°	1146.00	945	17.54%	
1	ADICIÓN	10% V-30 ACR%	300	60°	1105.00	950	14.02%	16.50%
2	ADICIÓN	10% V-30 ACR%	300	60°	1120.00	940	16.07%	
3	ADICIÓN	10% V-30 ACR%	300	60°	1145.00	935	18.59%	
4	ADICIÓN	10% V-30 ACR%	300	60°	1165.00	940	19.31%	

DESGASTE PARA MEZCLA ASFÁLTICA



NOTA:
 El ensayo MTC E 515, no deberán ser superiores al 29%, al 25 °C
 El ensayo (MTC E 515), tras ser sometidas las probetas a un proceso de inmersión durante 24 horas a 60°C, no podrá exceder del 40%

USAT
 TECNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS

MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

TESIS	: Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Jhon Klisman Guevara Vargas

DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada 1/2"	45%	1440 gr
Arena Chancada 1/4"	54%	1738 gr
Filtar	1%	32 gr

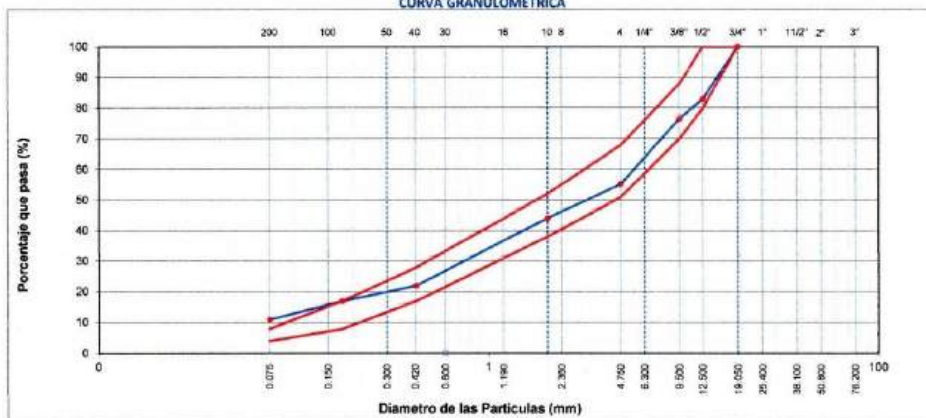
CLASIFICACION: F-100

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO LIGERO

TAMAÑO MÁXIMO : 1/2"
 Peso inicial seco : 3200 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
		RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
3"	76.200					MAC - 2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	545	17.0	17.0	83.0	80 100	
3/8"	9.500	204	6.4	23.4	76.6	70 88	
Nº 4	4.750	883	21.3	44.8	55.3	51 68	
Nº 10	2.000	385.0	11.2	55.9	44.1	38 52	Observación:
Nº 40	0.425	777.0	22.0	78.0	22.0	17 28	
Nº 80	0.177	180.0	5.1	83.1	16.9	8 17	
Nº 200	0.075	210.0	6.0	89.0	11.0	4 8	
< Nº 200	FONDO	180.0	4.5	93.5			

CURVA GRANULOMETRICA



USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivas de la Cruz
 Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ENSAYO DE LOTTMAN MODIFICADO TSR (MTC E - 522) (AASTHO T 283)

TESIS	: Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino
CANTERA	: Tres Tomas - Ferretale
TESISTA	: Párapo - La Victoria : Ibon Kilman Guevara Vargas

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
FILLER	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	634.33	
Arena	768.99	
Peso de CA	82.90	
Total	1500.00	
N° de Golpes	30	3.98%
Filler	14.18	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	44.75	42.25
B Arena	54.25	51.27
C Filler	1.00	0.95
D	Total	94.50

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO LIGERO

Mezcla
Especificaciones IVB

DATOS	e	MUESTRAS SUMERGIDAS				MUESTRAS SECAS			
		1	2	3	Prom.	4	5	6	Prom.
D Diámetro	cm	10.2	10.2	10.2		10.16	10.16	10.16	
t Espesor	cm	6.9	6.8	6.9		6.6	6.7	6.8	
A Peso de la muestra Seco al Aire	gr	1130.8	1125.0	1118.0	1117.9	1212.6	1233.9	1259.6	1235.4
B SSD de la Muestra	gr	1115.10	1130.00	1125.00		1213.70	1236.60	1261.20	
C Peso de la Muestra en Agua	gr	655.00	665.00	685.00		730.00	730.00	745.00	
E Volumen (B - C)	cc	460.1	465.0	440.0		483.7	506.6	516.2	
F Peso específico Bulk de la briqueta (A/E)	g/cc	2.414	2.419	2.541	2.5	2.507	2.435	2.440	2.5
G Peso específico teórico máximo (Rice)	g/cc	2.649	2.649	2.649	2.6	2.649	2.649	2.649	2.6
M % de vacíos ((G - F)/G)*100	%	8.86	8.67	4.08	7.2	5.36	8.05	7.88	7.1
I Volumen de vacíos ((M*t)/200)	cc	40.75	40.30	17.94		25.93	40.79	40.69	

Muestra Saturada en Vacíos con 15 a 28" Hg. - De 5 a 15 min. En Agua Destilada a 25 °C									
B' SSD de la Muestra	gr	1140.50	1155.00	1130.00					
C' Peso de la Muestra en Agua	gr	660.00	670.00	687.00					
E' Volumen de la Muestra (B' - C')	cc	480.5	485.0	443.0					
I' Volumen de Agua de Absorción (B' - A)	cc	29.7	30.0	12.0					
- Saturación (100*(I'/I))	%	72.9	74.4	66.9					
- Hinchamiento (E' - E)*100/E	%	4.43	4.30	0.68					

Condiciones de Saturación Por 24 Hrs. En Agua a 60 °C - Baño de María									
I'' Espesor	cm	6.8	6.9	6.7					
B'' SSD de la Muestra	gr	1150.00	1249.00	1160.00					
C'' Peso de la Muestra en Agua	gr	565.00	542.00	551.00					
E'' Volumen (B'' - C'')	cc	585.0	707.0	609.0					
I'' Volumen de Agua de Absorción (B'' - A)	cc	39.7	124.0	42.0					
- Saturación (100*(I''/I))	%	96.7	307.7	234.1					
- Hinchamiento (E'' - E)*100/E	%	25.99	49.90	38.15					
- Carga Máxima Kg	Kg	280	290	275		280	360.0	380	
- Carga Máxima N	N	2746.800	2844.900	2697.750	2763.150	2746.800	3531.600	3727.800	3335.4
- Fuerza Tensible KPA	kg/cm2	2.58	2.63	2.57	2.60	2.66	3.37	3.50	3.18

RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSION (TRS) = 81.723%

NOTA:
El valor mínimo aceptado para TSR es de 80%.





UNIVERSIDAD CATOLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



**GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041**

TEMA	Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino
MEZCLA	Mezcla Asfáltica Convencional
CANTERA	Tres Tomas - Ferreñafe Pátapo - La Victoria
DISEÑO DE TRÁFICO	Tráfico Ligero
TESISTA	Jhon Kloman Guevara Vargas

MEZCLA MODIFICADA AL 10% VIDRIO TRITURADO + 30 AGREGADO DE CONCRETO RECIKLADO	
PORCENTAJE DE ASFALTO	5.5%
1.- PESO DEL FRASCO	725
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2705
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	2235
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3480.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1245
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	470
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.6489





UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS
 MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

TESIS	: Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe : Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Jhon Klisman Guevara Vargas

DATOS DE DISEÑO

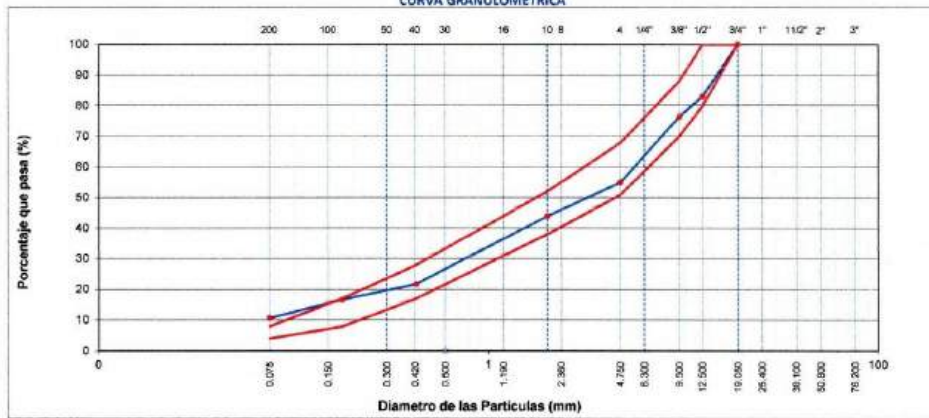
Grava Chancada 1/2"	45%	1440	gr	Agregado de Concreto Reciclado	30%	432	gr
Aréna Chancada 1/4"	54%	1728	gr	Vidrio Triturado	10%	173	gr
Fines	1%	32	gr				

CEMENTO ASFALTO 2 PER 60/90

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO LIGERO
 TAMAÑO MAXIMO : 1/2"
 Peso Inicial seco : 3200 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					MAC - 2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	542	16.9	16.9	83.1	80 - 100	
3/8"	9.500	211	6.6	23.5	76.5	70 - 88	
Nº 4	4.750	687	21.5	45.0	55.0	51 - 68	
Nº 10	2.000	392.0	11.1	56.1	43.9	38 - 52	Observación:
Nº 40	0.425	788.0	22.2	78.3	21.7	17 - 28	
Nº 80	0.177	182.0	5.1	83.4	16.6	8 - 17	
Nº 200	0.075	208.0	5.9	89.3	10.7	4 - 8	
< Nº 200	FONDO	183.0	5.1	94.4			

CURVA GRANULOMETRICA



Henry Rivadeneira Obilias
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ENSAYO DE LOTTMAN MODIFICADO TSR (MTC E - 522) (AASTHO T 283)

TESIS	: Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando BCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino
CANTERA	: Tres Tombs - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Ithon Klisman Guevara Vargas

Grava Chancada 1/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Agregado de Concreto Reciclado	30%
Vidrio Triturado	10%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	446.54
Arena	688.87
Agregado de Concreto Reciclado	191.37
Vidrio Triturado	76.54
Peso de C.A	82.50
Total	1500.00
N° de Golpes	30
Filar	14.18

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.00	42.53
B Arena	54.00	51.03
C Filler	1.00	0.95
D	Total	94.50

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO LIGERO

Mezcla	ESPECIFICACIONES IVB
--------	----------------------

DATOS	a	MUESTRAS SUMERGIDAS				MUESTRAS SECAS			
		1	2	3	Prom.	4	5	6	Prom.
Número de briqueta									
D Diámetro	cm	10.2	10.2	10.2		10.2	10.2	10.2	
E Espesor	cm	6.6	6.7	6.8		6.6	6.6	6.8	
A Peso de la muestra Seca al Aire	gr	1115.8	1115.0	1120.0	1116.9	1210.6	1230.0	1290.0	1230.2
B SSD de la Muestra	gr	1120.10	1125.00	1127.00		1229.00	1235.00	1260.00	
C Peso de la Muestra en Agua	gr	655.00	665.00	685.00		730.00	730.00	745.00	
F Volumen (B - C)	cc	485.1	480.0	442.0		496.0	505.0	515.0	
J Peso específico bulk de la briqueta (A/E)	gr/cc	2.299	2.429	2.534	2.5	2.471	2.436	2.427	2.4
G Peso específico teórico mínimo (B/C)	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.6	2.649	2.649	2.649	2.6
H % de vacíos ((G - F)/G)*100	%	9.43	8.49	4.34	7.4	6.73	8.05	8.37	7.7
I Volumen de vacíos ((H*G)/100)	cc	43.87	39.08	19.19		32.99	40.66	43.11	

Muestra Saturada en Vacíos con 19 a 28" Hg. - De 5 a 15 min. En Agua Destilada a 25 °C									
B' SSD de la Muestra	gr	1150.50	1145.00	1135.00					
C' Peso de la Muestra en Agua	gr	670.00	670.00	687.00					
E' Volumen de la Muestra (B' - C')	cc	480.5	475.0	448.0					
J' Volumen de Agua de Absorción (B' - A)	cc	34.7	30.0	15.0					
- Saturación (100*J'/J)	%	79.1	76.8	76.7					
- Hinchamiento (E' - E)*100/E	%	3.21	3.26	1.26					

Condiciones de Saturación Por 24 Hrs. En Agua a 60 °C - Baño de Merio									
E" Espesor	cm	6.6	6.7	6.8					
B" SSD de la Muestra	gr	1150.00	1249.00	1160.00					
C" Peso de la Muestra en Agua	gr	565.00	542.00	551.00					
E" Volumen (B" - C")	cc	585.0	707.0	609.0					
J" Volumen de Agua de Absorción (B" - A)	cc	34.2	134.0	40.0					
- Saturación (100*J"/J)	%	77.9	342.9	208.5					
- Hinchamiento (E" - E)*100/E	%	24.95	52.00	37.28					
- Carga Máxima Kg	kg	290	280	290		320	350.0	360	
- Carga Máxima N	N	2844.900	2746.800	2844.900	2812.200	3139.200	3433.500	3521.600	3368.1
- Fuerza Tensible KPA	kg/cm2	2.75	2.62	2.67	2.68	3.03	3.31	3.30	3.21

RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSIÓN (TRR) = 83.443%

NOTA:
El valor mínimo aceptado para TSR es de 80%



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

TESIS	Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCO como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino
MEZCLA	Mezcla Asfáltica Convencional
CANTERA	Tres Tomas - Ferreñafe Pítopo - La Victoria
DISEÑO DE TRÁFICO	Tráfico Ligero
TESISTA	Jhon Kloman Guevara Vargas

MEZCLA MODIFICADA AL 10% VIDRIO TRITURADO + 30 AGREGADO DE CONCRETO RECIKLADO	
PORCENTAJE DE ASFALTO	5.5%
1.- PESO DEL FRASCO	725
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2705
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	2235
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3480.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1245
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	470
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.6489



Henry Rivasenigra Oblitas
TUC. LABORATORIO USAT
USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS
 MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

TESIS	: Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe : Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Jhon Klisman Guevara Vargas

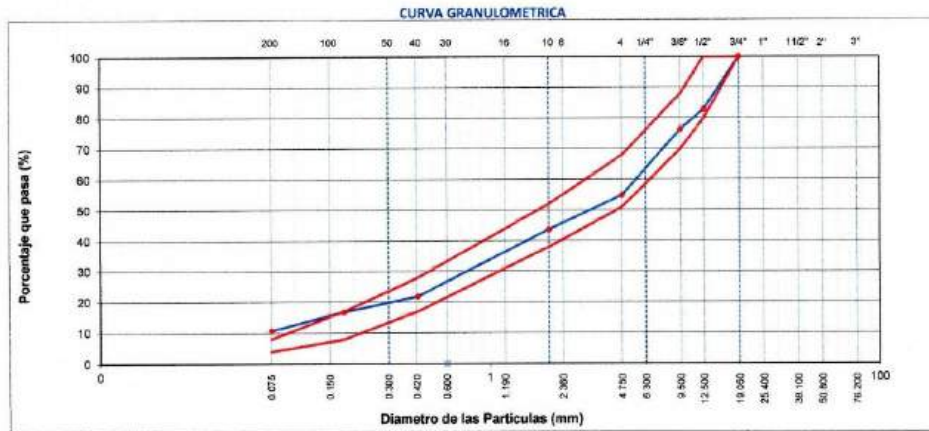
DATOS DE DISEÑO

Grava Chancada 1/2"	45%	1440	gr
Arena Chancada 3/4"	54%	1728	gr
Filler	1%	32	gr

CEMENTO ASFALTICO PPR 60/90

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO PESADO
 TAMAÑO MÁXIMO : 1/2"
 Peso inicial seco : 3200 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					MAC - 2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	549	17.2	17.2	82.8	80 100	
3/8"	9.500	208	6.4	23.6	76.4	70 88	
Nº 4	4.750	690	21.6	45.1	54.9	51 68	
Nº 10	2.000	398.0	11.2	56.3	43.7	38 52	Observación:
Nº 40	0.425	775.0	21.8	78.1	21.9	17 28	
Nº 80	0.177	180.0	5.1	83.2	16.8	8 17	
Nº 200	0.075	215.0	6.1	89.3	10.7	4 8	
< Nº 200	FONDO	180.0	5.1	94.3			



Henry Rivadeneira Oblitas
 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. LABORATORIO USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ENSAYO DE LOTTMAN MODIFICADO TSR (MTC E - 522) (AASTHO T 283)

TESIS	Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino
CANTERA	Tres Tomas - Ferreñafe
	Palapa - La Victoria
TESISTA	Jhon Kisman Guevara Vargas

Grava Chancada 1/2"	49%
Arena Chancada 3/4"	54%
FILLER	1%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	639.65	
Arena	763.68	
Peso de C.A	82.50	
Total	1900.00	
N° de Golpes	60	5.90%
Filler	14.18	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.13	42.64
B Arena	53.88	50.91
C Filler	1.00	0.95
D Total		94.50

DISEÑO DE TRÁFICO

TRÁFICO PESADO

Mezcla
Especificaciones IVB

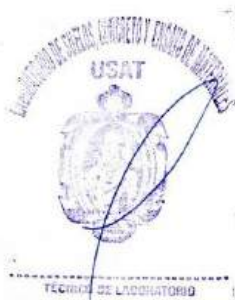
DATOS	#	MUESTRAS SUMERGIDAS				MUESTRAS SECAS			
		1	2	3	Prom.	4	5	6	Prom.
D Diámetro	cm	10.2	10.2	10.2		10.16	10.16	10.16	
F Espesor	cm	6.8	6.9	6.9		6.5	6.6	6.9	
A Peso de la muestra Seca al Aire	gr	1130.8	1159.0	1128.0	1137.9	1222.0	1235.0	1250.0	1235.7
B SSD de la Muestra	gr	1125.10	1160.00	1135.00		1223.00	1240.00	1260.00	
C Peso de la Muestra en Agua	gr	660.00	680.00	685.00		730.00	730.00	745.00	
E Volumen (B - C)	cc	465.1	480.0	450.0		493.0	510.0	515.0	
F Peso específico Bulk de la briketa (A/E)	gr/cc	2.431	2.406	2.507	2.4	2.479	2.422	2.427	2.4
G Peso específico teórico máximo (Pico)	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.6	2.649	2.649	2.649	2.6
H % de vacíos ((G - F)/G)*100	%	8.22	9.16	5.37	7.6	6.43	8.58	8.37	7.8
I Volumen de vacíos ((H*E)/100)	cc	38.21	43.98	24.17		31.68	43.78	43.11	

Muestra Saturada en Vacíos con 19 a 28" Hg. - De 5 a 15 min. En Agua Destilada a 25 °C					
B' SSD de la Muestra	gr	1160.50	1188.00	1145.00	
C' Peso de la Muestra en Agua	gr	670.00	690.00	675.00	
E' Volumen de la Muestra (B' - C')	cc	490.5	498.0	470.0	
F' Volumen de Agua de Absorción (B' - A)	cc	29.7	33.0	17.0	
- Saturación ((100*F')/E')	%	77.7	75.0	70.3	
- Hinchamiento ((E' - E)*100)/E	%	5.46	3.75	4.44	

Condiciones de Saturación Por 24 Hrs. En Agua a 60 °C - Baño de María					
B'' Espesor	cm	6.8	6.9	6.9	
B'' SSD de la Muestra	gr	1160.00	1190.00	1150.00	
C'' Peso de la Muestra en Agua	gr	565.00	542.00	551.00	
E'' Volumen (B'' - C'')	cc	595.0	648.0	599.0	
F'' Volumen de Agua de Absorción (B'' - A)	cc	29.7	35.0	22.0	
- Saturación ((100*F'')/E'')	%	76.4	79.6	91.0	
- Hinchamiento ((E'' - E)*100)/E	%	35.48	33.75	31.70	
- Carga Máxima Kg	kg	350	350	280	450
- Carga Máxima N	N	3433.500	3433.500	3727.800	4414.500
- Fuerza Tensión KPA	kg/cm2	3.23	3.18	3.45	3.28

RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSIÓN (TRS) = 82.409%

NOTA:
El valor mínimo aceptado para TSR es de 80%.



Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. LABORATORIO USAT



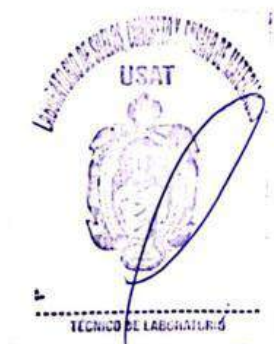
UNIVERSIDAD CATOLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

TESIS	: Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino
MEZCLA	Mezcla Ásfaltica Convencional
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe : Pátapo - La Victoria
DISEÑO DE TRÁFICO	: Tráfico Pesado
TESISTA	: Jhon Klisman Guevara Vargas

MEZCLA MODIFICADA AL 10% VIDRIO TRITURADO + 30 AGREGADO DE CONCRETO RECIKLADO	
PORCENTAJE DE ASFALTO	5.5%
1.- PESO DEL FRASCO	725
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2705
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	2235
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3480.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1245
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	470
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.6489




 Henry Rivadeneira Oblitas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS
 MTC E204 - ASTM C136 - AASHTO T27

TESIS	: Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Jhon Klisman Guevara Vargas

DATOS DE DISEÑO

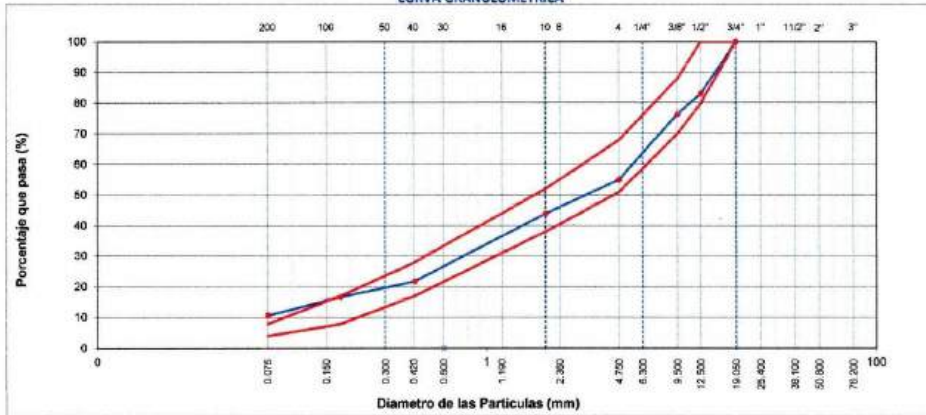
Grava Chancada 1/2"	45%	1440 gr	Agregado de Concreto Reciclado	30%	432 gr
Arena Chancada 1/4"	54%	1728 gr	Vidrio Triturado	10%	173 gr
Filler	1%	32 gr			

CEMENTO PORTLAND PCC 6000

DISEÑO DE TRÁFICO : TRÁFICO PESADO
 TAMAÑO MAXIMO : 1/2"
 Peso inicial seco : 3200 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					MAC - 2	
3/4"	19.000	0	0.0	0.0	100.0	100	
1/2"	12.500	542	16.9	16.9	83.1	80 100	
3/8"	9.500	211	6.6	23.5	76.5	70 88	
Nº 4	4.750	687	21.5	45.0	55.0	51 68	
Nº 10	2.000	392.0	11.1	56.1	43.9	38 52	Observación:
Nº 40	0.425	788.0	22.2	78.3	21.7	17 28	
Nº 80	0.177	182.0	5.1	83.4	16.6	8 17	
Nº 200	0.075	208.0	5.9	89.3	10.7	4 8	
< Nº 200	FONDO	181.0	5.1	94.4			

CURVA GRANULOMETRICA



USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Henry Rivadeneyra Oblitas
 Tec. LABORATORIO USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



ENSAYO DE LOTTMAN MODIFICADO TSR (MTC E - 522) (AASHTO T 283)

TESIS	: Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe
	: Pátapo - La Victoria
TESISTA	: Ihon Kisman Guevara Vargas

Grava Chancada 3/2"	45%
Arena Chancada 1/4"	54%
Agregado de Concreto Reciclado	30%
Vidrio Triturado	10%
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	

Grava	446.54	
Arena	688.87	
Agregado de Concreto	391.37	
Reciclado	76.54	
Vidrio Triturado	76.54	
Peso de CA	82.50	5.96%
Total	1500.00	
N° de Golpes	60	
Filler	14.18	

Material	% Mezcla	% Diseño
A Grava Triturada	45.00	42.53
B Arena	54.00	51.03
C Filler	1.00	0.95
D Total	94.50	

DISEÑO DE TRÁFICO

TRÁFICO PESADO

Mezcla
Especificaciones IVB

DATOS		MUESTRAS SUMERGIDAS				MUESTRAS SECAS			
		1	2	3	Prom.	4	5	6	Prom.
- Número de briketa	#	1	2	3	Prom.	4	5	6	Prom.
D Diámetro	cm	10.2	10.2	10.2		10.2	10.2	10.2	
E Espesor	cm	6.8	6.9	6.9		6.5	6.7	6.9	
A Peso de la muestra Seca al Aire	gr	1125.0	1110.0	1190.0	1121.7	1110.6	1130.0	1150.0	1130.2
B SSD de la Muestra	gr	1140.00	1120.00	1150.00		1120.00	1135.00	1160.00	
C Peso de la Muestra en Agua	gr	690.00	665.00	645.00		660.00	680.00	690.00	
F Volumen (B-C)	cc	460.0	455.0	465.0		460.0	455.0	470.0	
F Peso específico Bulk de la briketa (A/F)	gr/cc	2.446	2.440	2.430	2.4	2.414	2.484	2.447	2.4
G Peso específico teórico máximo (Rice)	gr/cc	2.649	2.649	2.649	2.6	2.649	2.649	2.649	2.6
H % de vacíos ((G - F)/G)*100	%	7.67	7.50	8.26	7.9	8.86	6.24	7.63	7.6
I Volumen de vacíos ((H*E)/100)	cc	35.30	35.96	38.41		40.74	28.41	35.86	

Muestra Saturada en Vacíos con 19 a 28" Hg - De 5 a 15 min. En Agua Destilada a 25 °C					
B' SSD de la Muestra	gr	1150.00	1138.00	1160.00	
C' Peso de la Muestra en Agua	gr	670.00	670.00	687.00	
E' Volumen de la Muestra (B' - C')	cc	480.0	468.0	473.0	
F' Volumen de Agua de Absorción (B' - A')	cc	25.0	28.0	30.0	
- Saturación ((100*(F'/E))	%	70.8	77.9	76.1	
- Hinchamiento (E' - E)*100/E	%	4.35	2.86	1.72	

Condiciones de Saturación Por 24 Hrs. En Agua a 60 °C - Baño de María					
I" Espesor	cm	6.8	6.9	6.9	
B" SSD de la Muestra	gr	1160.00	1140.00	1170.00	
C" Peso de la Muestra en Agua	gr	565.00	542.00	551.00	
E" Volumen (B" - C")	cc	595.0	598.0	619.0	
F" Volumen de Agua de Absorción (B" - A)	cc	35.0	30.0	40.0	
- Saturación ((100*(F"/E))	%	99.1	83.4	104.1	
- Hinchamiento (E" - E)*100/E	%	28.13	30.56	32.56	
- Carga Máxima Kg	kg	380	320	350	
- Carga Máxima N	N	3727.800	3139.200	3433.500	3433.500
- Fuerza Tensible KPA	kg/cm2	3.50	2.91	3.18	3.20
					3.84
					4.02
					4.22
					3.71
					3.79

RAZÓN DEL ESFUERZO A TENSION (TRS) = 84.317%

NOTA:
El valor mínimo aceptado para TSR es de 80%.



Henry Rivadeneyra Obillas
 Tec. Laboratorio USAT



UNIVERSIDAD CATOLICA
SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE GEOTECNIA, CAMINOS Y ENSAYOS



GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLA BITUMINOSA
ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

TESIS	: Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino
MEZCLA	Mezcla Ásfaltica Convencional
CANTERA	: Tres Tomas - Ferreñafe : Pátapo - La Victoria
DISEÑO DE TRÁFICO	: Tráfico Pesado
TESISTA	: Jhon Klisman Guevara Vargas

MEZCLA MODIFICADA AL 10% VIDRIO TRITURADO + 30 AGREGADO DE CONCRETO RECIKLADO	
PORCENTAJE DE ASFALTO	5.5%
1.- PESO DEL FRASCO	725
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	2705
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	2235
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	3480.0
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1245
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	470
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5)/(6)	2.6489



Henry
Rivadeneira
Oblitas
Tec. Laboratorio
USAT

ANEXO 03: TABLA SALARIAL DE MANO DE OBRA 2023-2024



FEDERACIÓN DE TRABAJADORES EN CONSTRUCCIÓN CIVIL DEL PERÚ

Reconocido Oficialmente el 23-08-1962 por Resolución Sub-Directoral N°56
 Afiliado a la CGTP - FLEMACON - UIS
 Sede Institucional: Prolongación Cangallo N° 670 - La Victoria
 Central telefónica: 325 5495 / 201 2370 / 312 2034 Cel. 987 515 423 (sólo llamadas)
 E-mail: secretaria@ftccperu.com
 Web: www.ftccperu.com

TABLA SALARIOS Y BENEFICIOS SOCIALES PARA EL RÉGIMEN DE CONSTRUCCIÓN CIVIL							
EXPEDIENTE N° 235-2023-MTPE/2.14-NEC DEL 01.06.2023 AL 31.05.2024							
OPERARIO					Indemnizac.	vacaciones	
Jornal	84.70	*	6 días	508.20	Diario	12.71	8.47
D.S.O.	14.12	*	6 días	84.70	Semanal	76.23	50.82
BUC 32 %	27.10	*	6 días	162.62			
Bonif. Por Movilidad	8.00	*	6 días	48.00			

Total Salarios				803.52	Gratific.	Fiest. Patri.	Fiest. Navid.
Descuento ONP 13%				98.22	Diario	16.13	22.59
Descuento CONAF. 2%				11.86	Mensual	484.00	677.60
				-----	Total	3388.00	3388.00
Pago Neto Semanal				693.45	<i>Ley N° 30334, las gratificaciones están exoneradas de descuento El 9% correspondiente a EsSalud se paga al trabajador</i>		
OFICIAL					Indemnizac.	vacaciones	
Jornal	66.45	*	6 días	398.70	Diario	9.97	6.65
D.S.O.	11.08	*	6 días	66.45	Semanal	59.81	39.87
BUC 30 %	19.94	*	6 días	119.61			
Bonif. Por Movilidad	8.00	*	6 días	48.00			

Total Salarios				632.76	Gratific.	Fiest. Patri.	Fiest. Navid.
Descuento ONP 13%				76.02	Diario	12.66	17.72
Descuento CONAF. 2%				9.30	Mensual	379.71	531.60
				-----	Total	2658.00	2658.00
Pago Neto Semanal				547.44	<i>Ley N° 30334, las gratificaciones están exoneradas de descuento El 9% correspondiente a EsSalud se paga al trabajador</i>		
PEÓN					Indemnizac.	vacaciones	
Jornal	59.80	*	6 días	358.80	Diario	8.97	5.98
D.S.O.	9.97	*	6 días	59.80	Semanal	53.82	35.88
BUC 30 %	17.94	*	6 días	107.64			
Bonif. Por Movilidad	8.00	*	6 días	48.00			

Total Salarios				574.24	Gratific.	Fiest. Patri.	Fiest. Navid.
Descuento ONP 13%				68.41	Diario	11.39	15.95
Descuento CONAF. 2%				8.37	Mensual	341.71	478.40
				-----	Total	2392.00	2392.00
Pago Neto Semanal				497.46	<i>Ley N° 30334, las gratificaciones están exoneradas de descuento El 9% correspondiente a EsSalud se paga al trabajador</i>		
Asignación Escolar por un hijo				HORAS EXTRAS			
	Diario	Mensual	Simple	60%	100%	Indemniz.	
OPERARIO	7.06	211.75	10.59	16.94	21.18	1.59	
OFICIAL	5.54	166.13	8.31	13.29	16.61	1.25	
PEON	4.98	149.50	7.48	11.96	14.95	1.12	

ANEXO 03: TURNITIN

Análisis de propiedades físico mecánicas en mezclas asfálticas incorporando RCD como agregado grueso y residuos de vidrio como agregado fino

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
6	qdoc.tips Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1%
8	www.scribd.com Fuente de Internet	<1%

ANEXO 04: PANEL FOTOGRÁFICO

Agregado Grueso

Contenido de Humedad



Peso Específico y Absorción



Ensayo de Abrasión por Medio la Maquina de los Ángeles



Ensayo de determinación de partículas Chatas y Alargadas



Ensayo Contenido de Sales



Ensayo de Durabilidad (Sulfato de Magnesio)



Agregado Fino

Peso Específico y Absorción



Equivalente de Arena





Contenido de Sales





Ensayo de Durabilidad (Sulfato de Magnesio)



Peso Específico y Absorción



Equivalente de Arena





Contenido de Sales



Ensayo de Durabilidad (Sulfato de Magnesio)





ACR
Peso Específico y Absorción



o c



Ensayo de Durabilidad





Ensayo de las Mezclas Asfálticas
Ensayo Marshall (Tráfico Ligero y Pesado)





Ensayo Cántabro (Tráfico Ligero y Pesado)



Ensayo Lottman Modificado (Tráfico Ligero y Pesado)

