



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú, Lima – 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero civil

AUTOR:

Lau Marres, Hugo Germán (ORCID: 0000-0003-3910-8994)

ASESOR:

Mg. Benites Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2019

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a mi adorada hija Luana que es el motivo de mi vida, mi madre Lilia ejemplo de fortaleza insuperable y para la madre de mi hija Blanca que me encaminó a esta carrera profesional tan maravillosa.

Agradecimiento

Para el Sr. Jorge Gantu Bañez y familia Marres por el apoyo incondicional a lo largo de toda la carrera.

Para mi asesor el Ing. José Benites Zuñiga por los conocimientos transmitidos en el transcurso de esta investigación.

Para nuestra casa de estudio la Universidad César Vallejo en especial a la Escuela de Ingeniería Civil.

Página del jurado

Declaratoria de autenticidad



Declaratoria de Originalidad del Autor


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

“Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú, Lima - 2019”, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 20 de diciembre de 2019

Apellidos y Nombres del Autor LAU MARRES, Hugo Germán	
DNI: 41413699	Firma 
ORCID: 0000-0003-3910-8994	



ÍNDICE	pág.
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	13
II. MÉTODO	48
2.1. Tipo y diseño de investigación	49
2.2. Operacionalización de variables	49
2.3. Población y muestra	50
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	51
2.5. Procedimiento	53
2.6. Método de análisis de datos	54
2.7. Aspectos éticos	54
III.RESULTADOS	55
3.1. Plan Experimental	56
3.2. Ensayo granulométrico en los agregados	61
3.3. Ensayo de calidad en los agregados	67
3.4. Contenido Óptimo de Asfalto Diseño Teórico	75
3.5. Diseño Marshall mezcla asfáltica convencional (Patrón)	76
3.6. Diseño Mezcla Asfáltica en Caliente incorporando cenizas de bambú	88
IV.DISCUSIÓN	96
V.CONCLUSIONES	99
VI.RECOMENDACIONES	102
REFERENCIAS	104
ANEXOS	109

Índice de tablas

Tabla 1.	<i>Ensayos y normatividad de los agregados</i>	27
Tabla 2.	<i>Requerimientos del agregado grueso</i>	28
Tabla 3.	<i>Requerimientos del agregado fino</i>	29
Tabla 4.	<i>Parámetros de cumplimiento para la mezcla asfáltica</i>	30
Tabla 5.	<i>Selección del tipo de bitumen</i>	34
Tabla 6.	<i>Características químicas del asfalto natural</i>	34
Tabla 7.	<i>Características físicas del asfalto natural</i>	35
Tabla 8.	<i>Clasificación de los asfaltos de acuerdo a su origen</i>	36
Tabla 9.	<i>Configuración interna del asfalto</i>	36
Tabla10.	<i>Requisitos para la mezcla asfáltica</i>	40
Tabla11.	<i>Composición química del bambú</i>	43
Tabla12.	<i>Normas para el análisis químico</i>	44
Tabla13.	<i>Matriz de operacionalización de la variable mezcla asfáltica</i>	50
Tabla14.	<i>Matriz de operacionalización de la variable ceniza de bambú</i>	50
Tabla15.	<i>Cantidad de especímenes por ensayo</i>	51
Tabla16.	<i>Juicio de Expertos</i>	53
Tabla17.	<i>Resultados agregado grueso</i>	58
Tabla18.	<i>Resultados agregado fino</i>	59
Tabla19.	<i>Obtención muestras para ensayo</i>	62
Tabla 20.	<i>Análisis granulométrico (Agregado fino)</i>	64
Tabla 21.	<i>Análisis granulométrico (Agregado grueso)</i>	65
Tabla 22.	<i>Análisis granulométrico (MAC-2)</i>	66
Tabla 23.	<i>Resultados de ensayo específico y absorción agregado grueso</i>	68
Tabla 24.	<i>Gradación de mezcla</i>	68
Tabla 25.	<i>Número de esferas por método</i>	69
Tabla 26.	<i>Resultado ensayo Abrasión Los Ángeles</i>	69
Tabla 27.	<i>Resultado porcentaje con una cara fracturada</i>	70
Tabla 28.	<i>Resultado porcentaje con dos o más caras fracturadas</i>	70
Tabla 29.	<i>Resultado porcentaje partículas chatas y alargadas</i>	71
Tabla 30.	<i>Resultados por peso unitarios (grava triturada)</i>	72
Tabla 31.	<i>Resultados por peso unitario compactado (grava triturada)</i>	72

Tabla 32. <i>Resultado índice equivalente de arena</i>	73
Tabla 33. <i>Resultado gravedad específica y absorción agregado fino</i>	74
Tabla 34. <i>Resultados por peso unitarios (arena zarandeada)</i>	74
Tabla 35. <i>Resultados por peso unitario compactado (arena zarandeada)</i>	75
Tabla 36. <i>Porcentaje de materiales para la mezcla asfáltica</i>	77
Tabla 37. <i>Resultados de gravedad específica (patrón)</i>	79
Tabla 38. <i>Resultado índice de compactibilidad</i>	80
Tabla 39. <i>Resultados resistencia conservada</i>	82
Tabla 40. <i>Resultados características volumétricas y mecánicas</i>	83
Tabla 41. <i>Porcentaje óptimo según curva Marshall</i>	88
Tabla 42. <i>Verificación del óptimo según las especificaciones técnicas</i>	88
Tabla 43. <i>Verificación del óptimo incorporando cenizas de bambú</i>	90
Tabla 44. <i>Resultado gravedad específica teórica máxima (% cenizas de bambú)</i>	90

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Culmos y uso integral del bambú	41
<i>Figura 2.</i> Asfalto PEN 60/70 – marca REPSOL	57
<i>Figura 3.</i> Ubicación de cantera Jicamarca	57
<i>Figura 4.</i> Culmos de bambú	60
<i>Figura 5.</i> Resultado incineración de los culmos	60
<i>Figura 6.</i> Balanza electrónica OHAUS	61
<i>Figura 7.</i> Cuarteo agregado grueso	62
<i>Figura 8.</i> Cuarteo agregado fino	63
<i>Figura 9.</i> Tamizado y saturación agregado grueso	63
<i>Figura 10.</i> Curva granulométrica agregado fino	64
<i>Figura 11.</i> Curva granulométrica agregado grueso	65
<i>Figura 12.</i> Curva granulométrica MAC – 2	67
<i>Figura 13.</i> Elaboración de la mezcla asfáltica por porcentaje de agregados	77
<i>Figura 14.</i> Elaboración de las briquetas Marshall patrón	78
<i>Figura 15.</i> Bomba de vacíos y densidad mezcla suelta	79
<i>Figura 16.</i> Saturación y densidad Bulk de mezcla compactada	82
<i>Figura 17.</i> Baño maría y uso de la prensa Marshall	83
<i>Figura 18.</i> Curva peso unitario	84
<i>Figura 19.</i> Curva de vacíos	84
<i>Figura 20.</i> Curva de vacíos agregado mineral V.M.A.	85
<i>Figura 21.</i> Curva vacíos llenos de aire	86
<i>Figura 22.</i> Curva flujo o deformación	86
<i>Figura 23.</i> Curva de estabilidad	87
<i>Figura 24.</i> Mezcla asfáltica en caliente incorporando ceniza de bambú	89
<i>Figura 25.</i> Especímenes Marshall, baño maría y ensayo estabilidad – flujo	89
<i>Figura 26.</i> Peso unitario vs % cenizas de bambú	91
<i>Figura 27.</i> % vacíos vs % cenizas de bambú	92
<i>Figura 28.</i> % V.M.A. vs % cenizas de bambú	93
<i>Figura 29.</i> Vacíos llenos C.A. vs % cenizas de bambú	93
<i>Figura 30.</i> Flujo vs % cenizas de bambú	94
<i>Figura 31.</i> Estabilidad vs % cenizas de bambú	95
<i>Figura 32.</i> Cuarteo manual agregado grueso (piedra triturada)	152

<i>Figura 33.</i> Cuarteo manual agregado fino (arena zarandeada)	152
<i>Figura 34.</i> Tamizado y saturación agregado grueso (grava triturada)	152
<i>Figura 35.</i> Tamizado, saturación y secado al horno diseño MAC-2	152
<i>Figura 36.</i> Esferas y máquina Los Ángeles	153
<i>Figura 37.</i> Ensayo equivalente de arena	153
<i>Figura 38.</i> Preparación mezcla asfáltica en caliente (patrón)	153
<i>Figura 39.</i> Mezcla asfáltica patrón llevada a horno	153
<i>Figura 40.</i> Ensayo Rice mezcla asfáltica suelta (sin compactar)	154
<i>Figura 41.</i> Ingreso de la mezcla asfáltica en el molde pre calentado	154
<i>Figura 42.</i> Compactación y especímenes enfriados a temperatura ambiente	154
<i>Figura 43.</i> Identificación de acuerdo al porcentaje de cemento asfáltico	155
<i>Figura 44.</i> Gravedad específica Bulk	155
<i>Figura 45.</i> Baño María, lectura estabilidad y fluencia (mezcla patrón)	155
<i>Figura 46.</i> Culmos y proceso de incineración del bambú	156
<i>Figura 47.</i> Resultado de la incineración de los culmos	156
<i>Figura 48.</i> Elaboración mezcla asfáltica incorporando cenizas de bambú	156
<i>Figura 49.</i> Lectura estabilidad y fluencia (% de ceniza de bambú)	157

RESUMEN

La investigación titulada “Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú, LIMA – 2019”, tuvo como finalidad demostrar que la ceniza de bambú benefició de manera positiva el nivel de comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente para las condiciones climatológicas del lugar de estudio; en este caso, para la ciudad de Lima.

La investigación con enfoque cuantitativo fue de tipo Experimental aplicada, con una población de 21 probetas Marshall; dicha población contó con dos tipos de mezclas, una con asfalto convencional la que se llamó mezcla Patrón y la otra mezcla asfáltica incorporando ceniza de bambú en distintos porcentajes. Para el estudio de ambas mezclas se utilizaron ensayos en laboratorio, los cuales fueron el de granulometría para los agregados, Marshall para la mezcla asfáltica entre otros. Se validaron por expertos los instrumentos para la recolección y procesamiento de la información para esta investigación. Con la utilización de este material muy abundante en nuestro país; con muchos desperdicios en la industria y construcción, se pretendió contribuir al medio ambiente reutilizándolo.

Como resultado incorporando 1% de cenizas de bambú sobre la mezcla asfáltica en caliente se obtuvo mejoras en el flujo y porcentaje de vacíos; en cuanto a la estabilidad con 1% de incorporación de ceniza disminuyó 41% con relación al diseño patrón. Con 2% de cenizas su estabilidad disminuyó 12% viéndose una recuperación, sin embargo, su flujo y porcentaje de vacíos no cumplen las especificaciones.

Palabras clave: Ceniza de bambú, Mezcla Asfáltica en Caliente, Ensayo Marshall.

ABSTRACT

The investigation called “Evaluation of the behavior of hot asphalt mixture incorporating bamboo ashes, LIMA - 2019”, was intended to demonstrate that bamboo ash profit positively the level of behavior of hot asphalt mixture for weather conditions of the place of study; in this case, for the city of Lima.

The quantitative investigation was applied Experimental type, with a population of 21 Marshall specimens; this population had two types of mixtures, one with conventional asphalt which was called the Standard mixture and the other asphalt mixture incorporating bamboo ash in different percentages. For the study of both mixtures, laboratory tests were used, which were granulometry for aggregates, Marshall for asphalt mixing and others. The instruments for collecting and processing information for this research were validated by experts with the use of this material, which is very abundant in our country; with many wastes in industry and construction, it was intended to contribute to the environment by reusing it.

As a result, incorporating 1% of bamboo ashes over the hot asphalt mixture resulted in improvements in the flow and percentage of voids; in terms of stability with 1% ash incorporation, it decreased 41% compared to the standard design. With 2% of ashes its stability decreased 12% seeing a recovery, however its flow and percentage of voids do not meet the specifications.

Keywords: Bamboo Ash, Hot Asphalt Mix, Marshall Test.

I. INTRODUCCIÓN

Las vías son un foco de integración, desarrollo y fuente inagotable de intercambio comercial; es por este motivo que sus condiciones esenciales a nivel mundial giran en torno a la seguridad, confort y su economía.

Las grandes inundaciones, avalanchas, huaicos, huracanes, cambios de temperatura atípicas, entre otros fenómenos naturales producto del cambio climático a nivel mundial; por otro lado los aniegos provocados por roturas de tuberías de agua o desagüe, falta de drenajes, mal diseño estructural, proceso constructivos y agregados que no cumplen las especificaciones técnicas conllevan al envejecimiento prematuro y desgaste de la carpeta asfáltica. No llegando a terminar su vida útil previsto.

En el Perú el costo promedio por kilómetro pavimentado es de alrededor de 2 millones de dólares, inversión que sería justificada si el tiempo de vida del pavimento flexible sería de 16 años aproximadamente, pero sumado a que no contamos con un buen plan de mantenimiento de las vías dichas vías, éstas no llegan a cumplir ni la mitad de su servicio por lo cual fueron diseñadas.

El bambú producto vegetativo muy renovable con mucha demanda a nivel mundial, que es empleado en distintos ámbitos, como la industria y la construcción. Viene generando muchos desperdicios y acumulándose en botaderos o a su paso (clandestino). Para hacer uso más ecoeficiente de este material de desperdicio en su forma de ceniza aportando la sílice en la mejora de ciertas propiedades de la mezcla asfáltica; de esta manera se espera disminuir el uso de los productos derivados del petróleo y aumentar la vida de servicio de las vías.

Realizaremos ensayos experimentales de laboratorios con la incorporación de las cenizas de bambú en la mezcla asfáltica comparándola con la mezcla convencional.

González-Kunz, Pineda, Morillas, Brás (2018) de la universidad de Sevilla en España tesis para el grado de doctor “Investigación sobre morteros estructurales eco-eficientes”. El objetivo central de esta investigación fue utilizar el método de jerarquías analíticas (AHP) para elaborar una guía u instructivo que permita seleccionar un tipo de mortero eco

eficientes, estos en mención que tuvieran ciertas capacidades físicas y mecánicas para ser usadas como refuerzo, consolidación y rehabilitación de estructuras; garantizando la seguridad y cuidados del medio ambiente. Se estudiaron distintos tipos de morteros eco eficientes, materiales que se sustituyeron parcial o totalmente del cemento. Primero morteros de cementos con sustitutos orgánicos siendo las cenizas de cáscara de arroz, de aceite de palma, bagazo de caña de azúcar, residuo de madera, hoja de bambú, mazorca de maíz. Segundo morteros de cemento con sustitutos inorgánicos fueron las cenizas volantes, escorias granuladas de altos hornos y el polvo de caliza; Tercero los morteros de cal; cuarto morteros de cal con sustitutos orgánicos siendo cenizas de cáñamo y de “elephant grass”. Finalmente, morteros de cal con sustitutos inorgánicos como las cenizas volantes y metacaolín, humo de sílice y escorias granuladas de altos hornos, cenizas volantes. Se realizaron un análisis FODA enfocándose en las características estructurales y del medio ambiente completándose con ensayos mecánicos a los morteros de cemento con los sustitutos de ceniza de biomasa vegetal. Se concluyó el uso viable de las cenizas de biomasa vegetal como parcial sustituto del cemento con valores suficientes de resistencia y concluyó la guía para seleccionar los morteros eco eficientes con el método AHP.

Freire (2018) de la universidad Pontificia Católica del Ecuador “*Uso de vidrio molido en las mezclas asfálticas, con el propósito de reducir la contaminación*”. El propósito de esta investigación fue utilizar el vidrio picado para la preparación de las mezclas asfálticas, para así poder reducir los contaminantes ambientales. Dicha investigación abarcó desde el manejo de los agregados, su diseño y el análisis mecánico de sus propiedades incorporando el vidrio molido en las mezclas asfálticas. Se realizaron ensayos de granulometría, equivalencia de arena, desgaste de los agregados debido a la presencia de sulfatos, absorción y gravedad específica, entre otros más. Por otro lado para determinar las características, propiedades del asfalto a usar y determinar si cumplen las normas establecidas o no, se realizaron los siguientes ensayos como el de penetración, punto de chispa y ablandamiento, ductilidad, viscosidad y gravedad específica del asfalto. La población fue una mezcla asfáltica convencional sin ninguna incorporación de vidrio molido por el Método Marshall. Su muestra fueron 6 diseños de distintos porcentajes de vidrio molido en la mezcla asfáltica tales como 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, 15% de la misma manera la obtención de resultados fue

el método Marshall. Comparando los resultados con ambas mezclas, con la mezcla original y la otra incorporando vidrio molido se concluyó que si se aumenta el porcentaje de vidrio molido, su flujo aumenta volviendo a la mezcla rígida y aplicándola en una carpeta asfáltica provocaría fisuramiento temprano, debido a la presencia de demasiado material fino. Según con los ensayos de laboratorio el porcentaje óptimo sería del 12% ya que éste cumple con su porcentaje de vacíos, estabilidad y flujo; retirando el agregado fino, el porcentaje de vidrio molido que se agregaría a la mezcla asfáltica sería mayor evitando así que la mezcla se vuelva rígida.

Aulestia y Chávez (2017) de la universidad Pontificia Católica del Ecuador, tesis de pre grado titulada “*Comparación de propiedades y características mecánicas entre una mezcla asfáltica en caliente normal y una mezcla asfáltica en caliente modificada con polímeros (tapas plásticas de botellas) por vía seca*”. El objetivo central de este estudio fue comparar las características mecánicas de los bitúmenes en condiciones normales con otra que se incorporó por vía seca tapas de botella plástica, de esta manera se busca mejoras en el desempeño de estas mezclas asfálticas en calientes agregando los residuos plásticos en remplazo del material pétreo. La metodología que se empleo fue someter los agregados finos o gruesos según correspondan a ensayos como gravedad específica, granulometría, desgaste de sulfatos, abrasión con la máquina de los Ángeles comparados con las normas ASTM, AASHTO e INEN asegurando la calidad de dichos materiales. Obtenida la granulometría de dichos materiales se procedieron a buscar el porcentaje óptimo, se determinó la cantidad adecuada de cada tamiz logrando una buena distribución del agregado según su tamaño. En cuanto al asfalto se sometieron a pruebas como punto de chispa e inflamación, ductilidad, viscosidad, ablandamiento con los parámetros INEN y así determinaron la cantidad óptima de asfalto. Se determinó dicha cantidad óptima con 5 distintos porcentajes 5%, 5.5%, 6%, 6.5% y 7% de asfalto aplicados sobre la mezcla de agregado pétreo, formando 15 briquetas en total las cuales fueron sometidas al ensayo Marshall determinando su estabilidad y flujo. Siguiendo el mismo ensayo para la mezcla modificada se realizaron 5 distintos porcentajes de incorporación de plástico; una vez obtenido dichos resultados se compararon su módulo de rigidez de ambas mezclas con los porcentajes óptimos determinados. Se concluyó que incorporar plástico a la mezcla mejora la estabilidad y VA, manteniendo el valor del flujo.

Su cantidad óptima de asfalto, fue del 6.2%, y 5% de plástico en reemplazo del material que se retuvo en el tamiz nro. 8, demostrando que estos parámetros satisfacen los resultados de la mezcla.

Tovar y Landinez (2015) en su tesis de pre grado de la universidad Piloto de Colombia titulada “*Mezclas densas en caliente a partir de asfalto natural con adición de fibra de coco*”, cuyo objetivo general fue analizar el comportamiento y rendimiento de una mezcla asfáltica, la cual se le adicionó fibra de coco y asfalto natural. Se crearon tres tipos de combinaciones de mezclas, hechas de fibra de coco, asfalto natural y agregados pétreos. La primera mezcla por el asfalto natural, seguido de fibra de coco con el asfalto natural y la tercera mezcla compuesta por el asfalto natural, fibra de coco y agregados pétreos; para luego elaborar tres briquetas de dichos tipos de mezcla y así evaluar su resistencia de estas en caliente al equipo Marshall. Se identificaron con los distintos cálculos las diferentes cualidades primero al incorporar la fibra de coco y posteriormente agregados pétreos, además de analizar el porcentaje de fibra de coco fue el más óptimo para mejorar el asfalto natural en sus condiciones iniciales. Se concluyó claramente en este estudio, que la adición de fibra de coco a la de asfalto natural no beneficia óptimamente la mezcla, si se desea usar dicha mezcla es aconsejable utilizarla donde el flujo de vehículos es mínimo o para tratamientos de disminución de polvos en una vía.

Vega (2016) de la universidad técnica de Ambato de Ecuador tesis de pre grado titulada “Análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constitutivo del pavimento asfáltico”. En esta investigación su objetivo principal fue evidenciar los beneficios de reemplazar polvo de caucho en pequeños porcentajes 1%, 2% y 3%, en el agregado fino para la conformación de la mezcla asfáltica. En cuanto a su metodología de investigación se utilizó el método Marshall, comparando su estabilidad y flujo entre una mezcla patrón con otra modificada con remplazo de polvo de caucho, efectuando ensayos para evaluar la mezcla asfáltica tales como gravedad específica teórica máxima, densidad de la mezcla asfáltica (método RICE), Peso Unitario (densidad Bulk), en los agregados compactados porcentaje de vacíos. Su población fueron 60 briquetas

Marshall, su muestra 15 briquetas de asfalto común (3 unidades para cada porcentaje 5%, 5,5%, 6%, 6,5% y 7% de ligante) y 45 briquetas (con el reemplazo del 1% de polvo de caucho 3 unidades para cada porcentaje 5%, 5,5%, 6%, 6,5% y 7% de ligante; análogamente con el reemplazo de 2% y 3%). Se obtuvo una mejor estabilidad con la muestra patrón 5499 lb en comparación con la modificada con el 1% de caucho 4800 lb cumpliendo ambas para tráfico pesado. El mejor cumplimiento de las especificaciones Marshall con la mezcla modificada del 1% mejor estabilidad, flujo y vacíos. Concluyendo que se evitaría el prematuro desgaste, mayor plazo de mantenimiento y reducción de costos.

La metodología que se utilizó fue calcinar el tallo de bambú a tres temperaturas diferentes a 500, 600 y 700 °C. La ceniza generada después de este proceso se reemplazó en proporciones de 0, 6, 10 y 14% este sirvió como aglutinante; se pudo evidenciar con el análisis mineralógico y termogravimétrico que en el hidróxido de calcio tuvo una disminución en su concentración (con 10% cenizas). Mientras que la ceniza que se produjo a 600°C tuvo un mejor índice de rendimiento (93.51% a sus 28 días comparado con el límite mínimo de 90% que se establece en la norma brasileña NBR 12653 - ABNT, 2014). Para las muestras de pastas y mortero, en su estado fresco se mantuvo constante, mientras en el estado endurecido su resistencia a la compresión aumento con la incorporación de cenizas para valores entre 10 y 15%. Se pudo concluir que la ceniza del tallo de bambú calcinada a 600°C puede ser considerada una adición mineral de tipo puzolánico, en proporciones de 6 a 14% (observándose morteros menos porosos). Con 700°C las cenizas de bambú son de tipo sílice amorfa cristalizándose en forma de cuarzo.

Sheng, Zhang Yan (2018) School of Materials Science and Engineering, Chang'an University China "The Use of Bamboo Fiber in Asphalt Mixtures for Enhanced Performance". El objetivo de esta investigación determinó si la utilización de las fibras de bambú (categoría de fibra natural) mejorarían su rendimiento en mezclas asfálticas; para efectos de estudio dos tipos de mezclas, uno de grado denso (DG) y otro con matriz de piedra (SMA); otros objetivos importantes fueron determinar su contenido óptimo de la fibra de bambú y evaluar que tanto se perjudica la mezcla con la humedad. La fibra de bambú trabaja

a alta resistencia en dirección de la fibra, teniendo una textura áspera superficialmente comparada con la fibra de lignina que es de mayor uso. Por primera vez se evaluó la estabilidad térmica de la fibra de bambú, se midió la resistencia a tracción y la pérdida de peso, para saber si era adecuado utilizar dicha mezcla. Luego se realizaron ensayos Marshall para ambos tipos de mezcla, ensayo de flexión en tres puntos de viga. Se evidenció que dicha fibra demuestra suficiente estabilidad térmica, factor de preocupación de los materiales de origen vegetal. Para su diseño de la mezcla Marshall se seleccionaron los contenidos óptimos de aglomerante asfáltico de los dos tipos de mezclas DG y SMA, que se incorporaron diferentes cantidades de fibra de bambú. Para analizar los efectos de la fibra de bambú y saber que tanto afecta la humedad de la mezcla asfáltica, formación de rajaduras y rendimiento de craqueo a baja temperatura se evaluaron mediante los ensayos de Marshall, ciclo de congelación y descongelación, seguimiento de la rueda y haz de flexión de tres puntos. Los resultados de las pruebas mostraron que el uso de fibra de bambú mejoró el rendimiento de la mezcla; así como también, se encontró que los contenidos óptimos de fibra de bambú para los dos tipos de mezclas tanto DG y SMA fueron de 2 a 3% y 4% (en peso de la mezcla). Se concluyó que las mezclas con fibra de bambú, igualaron o mejoraron en algunos casos con otras mezclas de fibra de poliéster y fibra de lignina, por lo tanto se pueden aplicar en mezclas asfálticas la fibra de bambú.

Goncalves (2017) de la Universidad Federal de Ouro Preto tesis doctoral “Caracterizada de concreto asfáltico elaborado con reguitos de minería de ferro do quadrilátero ferrífero”. Esta pesquisa nos fornece informações sobre a incorporação de resíduos de composição mineral neste caso de ferro para superficies de estradas. Em outra parte do estudo, mostramos a redução de custos que permite a incorporação desse resíduo mineral no concreto asfáltico a quente, incentivando assim seu uso e melhorando as condições de transitividade dessas estradas. A dosagem dessa mistura asfáltica é enquadrada dentro da metodologia Marshall e com as regulamentações do Departamento Brasileiro de Infraestrutura e Transporte. A partir de ensaios laboratoriais e análises mecânicas, concluiu-se que os resíduos deste mineral (ferro) são utilizáveis nas pastas de estradas, reduzindo assim a poluição ambiental e os agregados de pedra que são comumente usados em misturas de asfalto. Esta investigación nos brinda aportes sobre la incorporación de desechos de composición mineral en este caso

de hierro para las superficies de rodaduras en carreteras. En otra parte del estudio nos muestra la reducción de costo que permite la incorporación de este desecho mineral en los concretos asfálticos en caliente, de esta manera incentivando su uso y mejorar las condiciones de transitividad de estas vías. La dosificación de esta mezcla asfáltica se enmarco dentro de la metodología Marshall y con las normas del Departamento Nacional de Infraestructura y Transporte Brasileiro. Para analizar sus propiedades mecánicas se realizaron ensayos de módulo de resiliencia, resistencia a la tracción, fatiga, estabilidad, fluencia, creep estático y dinámico; con la utilización del programa ELSYM5. De los ensayos en laboratorio y su análisis mecánico se pudo concluir que los desechos de este mineral (hierro) son utilizables en las carpetas de rodaduras, reduciéndose así la contaminación ambiental y los agregados pétreos que se suelen utilizar en las mezclas asfálticas. Sustituyendo parcialmente este mineral del agregado convencional de las mezclas asfálticas se aumentó la densidad máxima teórica y la densidad aparente debido a la composición en el elemento de hierro. La rigidez no tuvo variaciones significativas, tampoco cambios en los valores del módulo de resiliencia. Sin embargo la temperatura si altera la viscosidad del producto.

Xu Yang (2015) de Michigan Technological University Master's Thesis "The Laboratory Evaluation of Bio Oil Derived From Waste Resources as Extender for Asphalt Binder". El objetivo central de esta investigación es analizar su viabilidad sobre el uso del aceite bio como un aglutinante alternativo en la industria del pavimento asfáltico. Se establecieron dos pasos para lograr este objetivo. El primero paso fue servir como un modificador el aceite bio para los aglomerantes de asfalto de petróleo, donde el aceite biológico reemplaza solo el porcentaje bajo del aglutinante asfáltico (hasta un 10%). En segundo lugar, el aceite biológico funciona como un extensor, donde el aceite biológico reemplaza un alto porcentaje del asfalto aglutinante (hasta 70%). Se estudiaron 3 tipos de aceites bio los cuales son los originales, deshidratados y modificado con polímero; los efectos del aceite bio sobre las propiedades reológicas de los aglutinantes de asfalto se evaluaron mediante la prueba Superpave™, además se incluyeron la pruebas como del viscosímetro rotacional, reómetro dinámico de cizallamiento, reómetro de haz de flexión. Al envejecimiento a corto y largo plazo se le realizaron pruebas de horno de película y de recipientes de envejecimiento a presión. Para saber los efectos del aceite biológico en el pavimento de las mezclas asfálticas

se realizaron pruebas como módulo dinámico, tensión indirecta, resistencia. En este estudio que de los tres tipos de aceites biológicos (original, deshidratado y polímero) derivados de residuos de madera que se agregaron al petróleo aglutinantes de asfalto; adicionar aceite bio mejora el rendimiento de la fatiga, con un efecto ligeramente negativo en la resistencia a la tracción indirecta; a su vez para los rendimientos de mezclas asfálticas, el aceite bio modificado con polímeros funciona mejor que el aceite bio original y el deshidratado. Se concluye que cuando el porcentaje de aceite bio no supera al 10% del peso, estos aceites generados de residuos de madera son modificadores de los ligantes en los asfaltos.

Estrada (2017) tesis de pre grado universidad Andina del Cusco titulada “Estudio y análisis de desempeño de mezcla asfáltica convencional PEN 85/100 PLUS y mezcla asfáltica modificada con polímero tipo SBS PG 70 -28”. En esta investigación su objetivo central fue el estudio y evaluación del mejor desempeño entre la mezcla asfáltica convencional y la incorporada con SBS PG 70 -28 (tipo de polímero) en este caso la mezcla modificada. Se recolectaron agregados de la cantera Supermix para su posteriores ensayos granulométrico, humedad, equivalente de arena, gravedad específica; para los ligantes asfáltico se utilizaron los ensayos de punto de inflamación, solubilidad en tricloroetileno, penetración, punto de ablandamiento, ductilidad, recuperación elástica lineal, viscosidad cinemática, viscosidad de Brookfield, corte dinámico, envejecimiento a corto y largo plazo, viga a flexión y el método Marshall. En este estudio su población fueron 40 cuerpos conformadas por los dos tipos de mezclas. Su muestra estuvo conformada por 20 briquetas de las cuales se utilizaron 8 cuerpos ensayados a resistencias a sus deformaciones y 4 vigas normalizadas para ser ensayados a las resistencias de fatigas. Se concluyó que la mezcla SBS PG 70-28 tuvo un mejor comportamiento mecánico y mejor desempeño que la otra mezcla convencional, evidenciado con los ensayos de flujo y estabilidad.

Lázaro (2016) de la universidad Agraria la Molina de Lima tesis de pre grado titulada “Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del material compuesto bambú-plástico”. El objetivo principal de dicho estudio fue analizar el comportamiento de mezclas de bambú con plástico con y sin adición de un agente acoplante (MAPP abreviatura de anhídrido

maléico de Propileno) la unión de la fibra vegetal en este caso el bambú y un polímero para esta investigación el plástico moldes de materiales compuestos de la combinación entre polipropileno con y sin refuerzo de acoplantes así como también partículas de bambú. A fin recomendar el mejor desempeño de este material compuesto se verificaron el contenido de humedad, absorción e hinchamiento y densidad de las mezclas. Las partículas de bambú conocida científicamente como *Guadua angustifolia* Kunth se tamizaron con las mallas ASTM -20/+40, -40/+60 y -60/+80. Paso seguido se incorporó polipropileno virgen en porcentajes de 50%, 60% y 70% y para las diferentes combinaciones del material mezclado agente acoplante entre 0 y 2%. Se pudieron determinar las propiedades mecánicas de flexión, impacto y tensión; Con las probetas se realizaron ensayos de contenido de humedad, hinchamiento e absorción y densidad. De la presente investigación se concluyó que se pueden elaborar compuestos con partículas de bambú, agente acoplante y polipropileno. De las mezclas analizadas al incrementar partículas de bambú este origina incrementos en diferentes propiedades como la densidad, humedad, hinchamiento y absorción; en cambio incorporando un agente acoplante se presentan menores incrementos de estas propiedades mencionadas anteriormente, lo cual evidenciaría un posible resultado inhibitorio en la absorción de la humedad.

Ordoñez (2016) tesis de pre grado de la universidad Andina Néstor Cáceres de Juliaca titulada “Comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente, empleando cal, en los aeropuertos del sur del Perú”. Se analizó el impacto de emplear cal para cambiar ciertos comportamientos mecánicos en las mezclas asfálticas para aeropuertos al sur del país como el objetivo general de esta tesis; así como también el porcentaje óptimo y técnicas de fabricación de este tipo de mezclas. La metodología de la investigación abarcó la identificación de los materiales, su diseño, estudio características mecánicas y su evaluación en las mejoras de vida útil del pavimento; para dichas mejoras se estudió la adición de cal hidratada. Se realizaron los ensayos de granulometría de los agregados grava y gravilla, los cuales debieron cumplir las normas y controles de calidad establecidas para un diseño, considerando su estabilidad y flujo. Luego se elaboraron cuerpos para su desarrollo del método Marshall y otras con distintos porcentajes de cal hidratada 1%, 2% y 3% haciendo cambiar las propiedades granulométricas. Se concluyó que incorporando cal hidratada se

mejoró la tracción indirecta, su estabilidad y flujo; asegurando una adecuada trabajabilidad y asegurando menor daños en la pista con este tipo de mezcla. Resultando su porcentaje de diseño óptimo el siguiente: para la cal hidratada 1%, su piedra chancada de ½” y 3/8” con 22% -15% respectivamente, 40% y 22% para arena zarandeada y arena chancada.

Dávalos (2015) tesis de pre grado de la universidad Nacional de San Agustín de Arequipa titulada “Obtención de mezclas asfálticas mediante la adición de material reciclado: poliestireno expandido”. En esta investigación su objetivo central fue el mejoramiento de las características mecánicas de las mezclas bituminosas, incorporando perlas de reciclado de poliestireno en su tipo expandido, verificar el incremento de la estabilidad del asfalto y determinando cuál era su mejor porcentaje o el llamado óptimo de mezcla. Por el método Marshall se realizaron probetas de las mezclas asfálticas cumpliendo con sus normas establecidas, se realizaron 15 probetas de mezclas asfálticas convencional, 15 especímenes para mezclas asfálticas incorporadas con poliestireno expandido reciclado al 20% en peso y 15 probetas de mezclas asfálticas modificadas también con poliestireno expandido al 40%. Se concluyó en este estudio que las mezclas asfálticas mejoran en un 60% sus propiedades mecánicas incorporando las perlas de poliestireno expandido reciclado; a su vez esta mezcla asfáltica modificada tuvo 60 % de incremento de su estabilidad comparado a una mezcla convencional. Su mezcla óptima que generó las mejores propiedades mecánicas fue cuando se incorporó 40% de las perlas de poliestireno expandido.

Peredas y Cuba (2015) tesis de pre grado universidad privada Antenor Orrego de Trujillo titulada “Investigación de los asfaltos modificados con el uso de caucho reciclado de llantas y su comparación técnico-económico con los asfaltos convencionales”. En este estudio mediante ensayos en laboratorio su objetivo central fue demostrar que el usar caucho reciclado de llantas mejoraría los comportamientos físico – mecánicos de las mezclas asfálticas, dando ventajas económicas frente al asfalto tradicional. Además se identificó sus ventajas y desventajas de este asfalto modificado. En su metodología para la modificación del asfalto se realizó la mezcla con asfalto, 20% de caucho y 1.5% de azufre que fueron obtenidos de datos obtenidos en Colombia y por parámetros de la norma ASTM 6114-97; se

utilizó llantas trituradas del área de reciclado de la empresa SICONOR PERÚ, este caucho granular vulcanizado contó con ficha técnica y ensayos de granulometría, posteriormente se realizaron los ensayos de laboratorio de penetración, los anillos de punto de ablandamiento y recuperación elástica. Para las conclusiones se compararon cada prueba con los dos tipos de mezclas, una el asfalto convencional y otra el modificado, estas dieron como resultado que incorporar el polvo de llantas se realiza un mejoramiento del comportamiento físico – mecánico y deformación plástica a su resistencia. El asfalto modificado fue treinta y siete por ciento más recuperable que el asfalto convencional. Por el lado económico los asfaltos modificados son 26.2% más caros, pero se requieren de menos mantenimiento y cuentan con una mayor duración de vida útil.

Coelho, et al. (2018). En la revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade RBES. “Agregados de garrafa pet tornam o asfalto mais resistente após irradiação com luz visível”. El objetivo principal fue agregar plástico y caucho en el bitumen; se investigó la estabilidad y resistencia a compresión sufrida por irradiación solar. Ambos materiales son residuos que incrementan la contaminación ambiental. Se ensayaron muestras antes y después con luz visible (irradiación) con las pruebas de resistencia a compresión y Marshall; con la mezcla convencional, con PET y con los agregados de caucho. Dándose como resultado de estabilidad entre la mezcla convencional 1 218 kgf y la muestra adicionada con el 1% de PET 1 367 kgf; siendo ésta más significativa además de 25% mayor su resistencia 9.7 MPa comparado con 7.8 MPa y obteniendo el menor porcentaje de vacíos con las distintas combinaciones de mezclas. Concluyéndose en este artículo que incorporando % de PET sobre una mezcla asfáltica convencional al ser sometido a reacciones fotoquímicas con la luz visible del sol habría una mayor durabilidad de este bitumen.

Souza, et al. (2018). RCT Revista de Ciencia y Tecnología en su artículo “Utilização de resíduos de borracha de recauchutagem de pneus na composição de asfalto”. Los neumáticos son útiles para trasladar cargas y personas, pero acabado su servicio es un generador de contaminación ambiental, difícil de descomponer y su gran tamaño. Se busca en este ensayo reutilizar este material para generar nuevos productos. Su objetivo que se propuso en esta

investigación cualitativa y cuantitativa, es saber su viabilidad del caucho triturado proveniente de los neumáticos mezclándose con los bitúmenes; respaldándose en su normativa técnica. Se investigó referencias previas y ensayos de laboratorios, estos fueron realizados mezclando el caucho de neumático en proporciones de 4,5%; 5,0%; 5,5%; 6,0%; y 6,5% con la mezcla asfáltica en caliente. De acuerdo con las normas vigentes se moldearon los cuerpos para las pruebas, su curado, rompimiento, contenido óptimo y sus propiedades físicas. Una vez que se realizaron las muestras se elaboraron ensayos de densidad suelta, real, equivalente de arena y su granulometría; que cumplieron con la normatividad de Concreto Bituminoso en caliente. Se concluyó en este estudio que los neumáticos triturados tienen ventajas mayores para cuando se utilizan como mezcla en la capa de rodamiento.

Rahman, et al. (2017). *Earth and Environmental Science* en su artículo “Bamboo leaf ash as the stabilizer for soft soil treatment”. El objetivo principal es aumentar la resistencia del suelo blando mediante un material puzolánico para este caso derivado de la ceniza de la hoja del bambú. Fortaleciendo y dando dinamismo al sector geotécnico logrando mejoras en productos para la construcción. La combinación de cemento y la ceniza de bambú se tomaron como material de tratamiento, sirviendo como un aglutinante y generando por lo consiguiente aumento de la resistencia del suelo blando. De esta manera la hoja del bambú no será un simple residuo sólido, sino de lo contrario, será como un estabilizador de suelos que generará significativamente menos desechos y comparado con el precio del cemento portland reducirá el costo de producción. Al aumentar la resistencia a corte hace que el suelo soporte la carga que actúa sobre él. El material que contenga principalmente dióxido de silicio, como también óxido de aluminio y de hierro es considerado como puzolánicas. En su metodología se usó un estudio experimental para determinar mejoras de la arcilla blanda incorporando cemento Portland y la ceniza de hoja de bambú. En laboratorio se ensayaron el tamizado en húmedo, su contenido de humedad, hidrómetro y la prueba de Atterberg. Los porcentajes de las combinaciones de los cuerpos de arcilla-cemento-ceniza fueron 0%, 5% y 10%, curados en 0, 7 y 28 días. Se obtuvo 292.7 kPa de mayor esfuerzo a los 7 días de su curado con un 5% de ceniza y cemento, la reacción puzolánica puede verse afectada por las características químicas que posee las diferentes clases de bambú.

Kolawole, et al. (2015). Journal of Mechanical and Civil Engineering “Strength of Bamboo Leaf Ash and Pulverized Burnt Clay Waste Blended Cement Concrete”. Para este estudio se examinaron la influencia sobre la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto, mezclado con cenizas de bambú y residuos pulverizados de arcilla quemada. Para reducir su contenido de humedad las hojas de bambú se secaron al sol, para luego calcinarse a 1000 °C; mientras que para el residuo pulverizado de arcilla quemada se molió hasta pulverizarlo y obtener polvo, ambas para ser tamizadas a 150 µm. Se utilizó la fluorescencia de rayos X para analizar su composición química del cemento Portland, cenizas de bambú y residuos pulverizados de arcilla quemada. Los especímenes de muestra se curaron a 3, 7, 14, 28, 56, 90 y 120 días. La ceniza de bambú tuvo más influencia que los residuos de arcilla quemada, ambos materiales hicieron que la mezcla fuera más rígida, menos trabajable y pegajosa. La resistencia a la compresión fue menor en los primeros días, luego superó su resistencia posterior a la hidratación. Se obtuvo un rendimiento óptimo con 10% de ceniza de bambú y 10% de residuo pulverizado de arcilla quemada (35 N/mm²), siendo materiales que se pueden usar como puzolana. Debido a que esta mezcla de cemento disminuyó su capacidad de trabajo, se agregó un contenido más de agua para mejorarla. Para un diseño de hormigón en donde la resistencia en los primeros días no es factor primordial, se puede reemplazar 5% de cenizas de bambú y 10% de arcilla quemada. Y pasado los días de hidratación solo se utilizaría 10% de residuo pulverizado de arcilla quemada.

Agregados Pétreos

Ordoñez (2016, p.16) explica que los llamados agregados pétreos son parte de las mezclas asfálticas, siendo estos materiales de forma granular sólidos inertes, de tamaños diferentes las partículas graduadas. Los agregados que más se emplean son la arena, roca en polvo, grava, escoria de alto horno y roca picada”.

Llanos (2008, p. 2) menciona que “Se les conoce como material granular, agregado mineral o áridos, estos conforman entre el 90 al 95% en peso y de 75% al 85% el volumen de las mezclas asfálticas, debiendo cumplir cierta granulometría y propiedades físico mecánicas”. Según lo antes mencionado se infiere que la calidad de los agregados son cruciales para el

comportamiento del pavimento, en la siguiente tabla se da su normativa y los ensayos de laboratorio.

Tabla 1. *Ensayos y normatividad en los agregados*

Ensayo	Normativa
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D 422, NTP 339
Análisis granulométrico del agregado grueso, fino y global	ASTM C 136
Contenido de humedad	ASTM D 2216, NTP 339
Gravedad específica y absorción	MTC E 205, 206
Equivalente de arena	MTC E 114

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción - EGE 2013

Clasificación de los agregados pétreos

Para poder ser usados en la capa de rodadura, no deben desprenderse por la acción del tránsito ni del agua. Para dicho fin se podrán usar aditivos para una buena adherencia y otros agregados con características hidrófilas. Para una mejor comprensión, en la presente investigación lo clasificaremos de acuerdo a sus medidas o tamaño siendo estos llamados gruesos, finos y polvos de mineral o llenante, descritos a continuación:

Agregado Grueso

Se define según ASTM D692 como “la porción retenida de agregado en el tamiz de 4,75 mm (N°4)”. Según el Manual de Carreteras (2013) triturando la roca o grava o la mezcla de ambas se obtiene el llamado agregado grueso; teniéndose fragmentaciones limpias, resistentes y duraderas, evitando en lo posible los excesos de las partículas alargadas, planas o blandas que son las que se desintegran.

Evitando que tengan cualquier sustancia perjudicial a la adhesión con el asfalto como el polvo, la tierra, entre otras más (p. 469). Se suelen utilizar los siguientes ensayos mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 2. *Requerimientos del agregado grueso*

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud (m.s.n.m.)	
		< 3.000	> 3.000
Durabilidad	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	+ 95	--
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y Caras fracturadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Sales Solubles Totales	MTC E 210	85/50	90/70
Absorción	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Arcilla en terrones y partículas	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.
Soft particles	MTC E 212	0% máx.	0% máx.
Adherencia	ASTM C 235	5% máx.	5% máx.
	ASTM D 3625	>95%	>95%

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción - EGE 2013

Agregado Fino

Se define según ASTM D242 como la porción entre el intervalo para tamices entre 4,75 (N.º 4) mm y 75 µm (N.º 200) en un porcentaje mínimo de 70%". Siendo esta una mezcla de arena natural o de lo contrario puede estar constituido por arena de trituración. Estos granos deben ser rugosos superficialmente y angulares, siendo duros y limpios, permitiendo la correcta adhesión asfáltica, cumpliendo parámetros de calidad establecidos. Sus ensayos más importantes que se utilizan son:

Tabla 3. *Requerimientos del agregado fino*

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud (m.s.n.m.)	
		< 3.000	> 3.000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8 máx.	8 máx.
Índice de Plasticidad (malla N°	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad	MTC E 209	18 máx.	18 máx.
Índice de Durabilidad (1)	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N°	MTC E 111	4 máx.	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Adherencia Riedel Weber	MTC E 220	>4 %	>4 %
Absorción	ASTM C 205	0,5% máx.	0,5% máx.

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción - EGE 2013

Polvo mineral o llenante

“Se define como la porción que traspasa el tamiz 75 μm (N.º 200)” (Alarcón, 2016, p.17).

Este material proviene de la picadura de los agregados pétreos, también de algunos productos como cal hidratada o el cemento tipo portland, su peso unitario varía entre 0,5 y 0,8 g/cm^3 (ensayo de Absorción MTC E205), siendo su coeficiente de demulsibilidad menor a 0,6.

Propiedades Agregados Pétreos

Gradación y tamaño máximo de partícula

“La gradación del agregado significa que en la mezcla de pavimento asfáltico existirán un distribución de varios tamaños de partículas, las mismas que deben encontrarse dentro de un intervalo de tamaños y estas a su vez en ciertos porcentajes” (Llanos, 2008, p.15) .

Para realizar una eficiente mezcla asfáltica la siguiente tabla representa la gradación adecuada con los parámetros de los agregados.

Tabla 4. *Parámetros de cumplimiento para mezcla asfáltica*

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC - 1	MAC - 2	MAC - 3
25,0 mm (1")	100	-	-
19,0 mm (3/4")	80 – 100	100	-
12,5 mm (1/2")	67 – 85	80 – 100	-
9,5 mm (3/8")	60 – 77	67 – 85	100
4,75 mm (Nº4)	43 – 54	60 – 77	65 – 87
2,00 mm (Nº10)	29 – 45	43 – 54	43 – 61
425 mm (Nº40)	14 – 25	29 – 45	16 – 29
180 mm (Nº80)	8 – 17	14 – 25	9 – 19
75 mm (Nº200)	4 – 8	8 – 17	5 – 10

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción - EGE 2013

Limpieza

Alarcón (2016, p.20) menciona que:

El agregado debe encontrarse libre de materiales como la arcilla, partículas blandas, vegetación, entre otros materiales que se pueden considerar que el comportamiento del pavimento podría perjudicarlo. Con el ensayo Equivalente de Arena utilizando el tamiz 4.75 mm, podemos determinar las proporciones de arcilla y polvo fino que no debemos usar; visualmente también podemos realizar la inspección.

Dureza o resistencia al desgaste

“La mayor resistencia o dureza de los agregados usados, debe concentrarse en la superficie o cerca de las capas superficiales del pavimento” (Alarcón, 2016, p.20); deben poseer mayor resistencia debido a que las capas superiores reciben principalmente esfuerzos mayores y tienen mucho más desgaste a causada por la porosidad.

Para medir dicha resistencia mencionada anteriormente del agregado tanto a su desgaste así como la abrasión, se realiza el ensayo de Desgaste en la Máquina de los Ángeles.

Forma de la partícula

“La forma de la partícula afecta durante su vida útil lo que resiste la estructura del pavimento, en su momento de colocación de la mezcla asfáltica afecta la trabajabilidad, teniéndose que tener mayor fuerza para su compactación” (Alarcón, 2016, p.20).

Para las partículas de tipo irregular y angulares, éstas en su mayoría resisten más el desplazamiento que tienen los pavimentos, se entrelazan cuando son compactadas; sin embargo, las partículas producidas por picamiento con sus bordes puntiagudos y de formas cúbica, se entrelazan mejor. Generalmente contienen mayormente partículas redondas y angulares en las mezclas de pavimentación asfáltica.

Las partículas finas provenientes de arenas naturales suministran la trabajabilidad que necesita la mezcla, mientras que las partículas grandes o gruesas dan la resistencia en el pavimento siendo de grava picada o de piedra.

Textura de la superficie

Llanos (2008, p.15) indica que:

Para brindar al tránsito más seguridad, incrementando su coeficiente superficial de fricción es necesario una textura áspera que aumentará del pavimento su resistencia. Por ser más rugosa su superficie se unen más fácilmente las partículas en la mezcla, quiere decir que de las partículas de agregados en cuanto a su textura superficial determinan las propiedades de resistencia al desplazamiento, su trabajabilidad y resistencia final del pavimento. La forma de la partícula puede evaluarse durante su construcción en los ensayos de trabajabilidad y resistencia.

Capacidad de absorción

Alarcón (2016, p.20) menciona que:

Con la cantidad de líquido o asfalto absorbido se mide la porosidad de un agregado. Todos los agregados tienen porosidad, siendo alguno de ellos más porosos que otros. El motivo que tengamos menos asfalto en la superficie para el ligado con las partículas del agregado pertenecientes a la mezcla asfáltica, es que hay agregados que son demasiado absorbentes, siguen absorbiendo asfalto pasado el mezclado inicial, se infiere que va a demandar más asfalto un agregado poroso comparado con un agregado menos poroso.

Afinidad con el asfalto

“Los agregados hidrofóbicos son aquellos que expulsan el agua, siendo estas las calizas y dolomitas. Para los esfuerzos de separar el asfalto de sus superficies por el agua, estos agregados pueden resistir” (Alarcón, 2016, p.22), caso contrario se ve con los agregados hidrofílicos ya que estos atraen el agua siendo estos cuarcita y ciertos granitos, su

comportamiento cuando son puestos con agua es no unirse con el asfalto, se debe calcular que cantidad de mezcla se va a emplear exactamente.

Peso específico

“Llamado también gravedad específica, es la relación del peso con el volumen en agregados y el volumen de agua. Siendo esta relación importante, debido a que de acuerdo a sus pesos son medidos el agregado y el asfalto para su producción en las mezclas de pavimentos” (Alarcón, 2016, p.20).

En el caso de tener 1 000 kg. de agregado con bajo peso específico se involucra un mayor espacio de acopio debido a más volumen del material. Por lo tanto, para agregados de bajo peso específico debemos usar más asfalto y viceversa para un peso específico mayor (menos asfalto).

En las pavimentaciones siempre se debe considerar espacios con vacíos; el peso específico también nos ayuda a calcular los espacios de vacíos de aire para las mezclas que serán compactadas. Siendo este el resultado del peso específico de una muestra, restando la cantidad que pesa el agregado y con el asfalto componentes de la mezcla; dando como respuesta el volumen de vacíos.

“De acuerdo a la porosidad del agregado que influye directamente en la proporción de asfalto a usar, se tienen tres tipos que son: peso específico total, aparente y efectivo” (Alarcón, 2016, p.21).

Cemento Asfáltico

Según Montejo (2002, p.36) “es una material viscoso y pegajoso, en coloraciones que van desde el castaño oscuro al negro, en mezclas asfálticas es utilizado como aglomerante,

pudiendo tener consistencia líquida, semisólida o sólida, este contenido relacionado con la temperatura directamente”.

El cemento asfáltico o también llamado Bitumen es un material aglutinante de color oscuro encontrado naturalmente o como refinado de petróleo, este cemento es una compleja mezcla de hidrocarburos que son no volátiles con su peso molecular elevado, el cual se encuentra presente en grandes cantidades en el petróleo crudo.

El bitumen se empleará de acuerdo a su temperatura o condiciones climáticas de cada localidad, con clasificaciones de absoluta viscosidad y también por penetración. Lo resumimos en la siguiente tabla:

Tabla 5. *Selección del tipo de bitumen*

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

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción - EGE 2013

El bitumen se eleva a una temperatura de 175°C, éste debe ser homogéneo, no tener agua y al momento de elevar su temperatura no tiene que formar espuma. Esta mezcla se podrá modificar incorporando ciertos materiales de distinta naturaleza garantizados por ensayos, tales como: rejuvenecedores, polímeros, o cualquier otro producto (fibra), como es el caso de la presente investigación que incluirá aditivos de fibra natural como son las Cenizas de Bambú.

Proceso de obtención del Asfalto

Asfaltos naturales

Gonzales (2007, p.26) es “un recurso natural disponible, formando por natural destilación en las capas geológicas inferiores del crudo de petróleo, debido a las acciones volcánicas.”

Tabla 6. *Características químicas del asfalto natural*

Fracción	Resultado (% peso)
Saturados	9,86
Aromáticos	29,71
Resinas	51,63
Asfaltenos	8,79

Fuente: Corasfaltos (2004)

Martínez (2003, p.16) indica que:

El asfalto natural se forma cuando el crudo asciende a la superficie terrestre a través de grietas y gracias a los aportes de los elementos naturales como el viento y el sol se separan los aceites ligeros y los gases, quedando un residuo negro y plástico, este componente viene a ser el asfalto natural. Sin embargo en este asfalto natural se puede hallar altos porcentajes de arcilla o de arena muy fina que son producto del recorrido hasta la superficie terrestre. El asfalto se clasifica por su estructura molécula y composición química, entre los que se pueden hallar los asfaltos nativos, solidos o semi sólido, este tipo de asfalto se puede encontrar alrededor del mundo en los denominados "Lagos de Asfalto".

Tabla 7. *Características físicas del asfalto natural*

CARACTERÍSTICAS	
Penetración (25°C, 100g, 5s)	50 – 60
Viscosidad absoluta (60°C)	3, 000
Viscosidad a 135 °	100
Punto de reblandecimiento °C	50
Desnsidad gr/cm3	1, 028
Fractura °C	-2 a -3

Asfaltos del petróleo

Martínez (2003, p.16) menciona que:

El asfalto de Petróleo se obtiene por medio del proceso de destilación industrial del asfalto petróleo. Actualmente es el más utilizado en el mundo presentando cerca del 90% en la industria. Pueden tener base asfáltica, base parafinita o base mixta, por su naturaleza los de base asfáltica tienen mejores propiedades para su uso en pavimentos por todas las características que posee como su gran resistencia a la meteorización, pues se obtiene por la destilación del asfalto natural, a comparación del asfalto de menor calidad llamado asfalto oxidado.

Tabla 8. *Clasificación de los asfaltos de acuerdo a su origen*

Asfaltos	Naturales	alto contenido de asfalto	
		medio contenido de asfalto	gilsonita grahamita glacepitch
		majo contenido de asfalto	
	Destilados del petróleo	cemento asfáltico	
		asfaltos líquidos	curado lento curado medio curado rápido
		emulsiones	

Fuente: concreto y otros materiales para la construcción. Jiménez (2004)

Composición y estructura

Según Shell (1990, p.89) presenta la configuración molecular del asfalto.

Tabla 9. *Configuración interna del asfalto*

Carbón	82 – 88%
Hidrógeno	8 – 11%
Sulfuros	0 – 6%
Oxígeno	0 – 1,5%
Nitrógeno	0 – 15%

Fuente: Shell (1990, p.89)

Propiedades de la mezcla asfáltica

Para obtener una mezcla de calidad es necesario contar con al menos estas siete propiedades que serán detalladas a continuación:

Estabilidad

“Es cuando la carpeta asfáltica es capaz de no perder su textura y forma pese al flujo vehicular que circula a diario, pues la mezcla resiste desplazamiento y deformación bajo las cargas” (Usquiano y Villarreal, 2016, p.27).

Si estas condiciones no se dan, se presentan problemas tales como ahuellamiento, exudaciones, entre otras anomalías de la superficie de rodadura.

Durabilidad

“Es la capacidad de resistir los embates que perjudican al bitumen, siendo producidos por las diferentes temperaturas, cargas del tráfico, aire y agua” (Usquiano y Villarreal, 2016, p.27).

Como consecuencia se hace visible la desaparición paulatina del agregado, acelerando el envejecimiento de asfalto entre otros. Recomendaciones para optimizar la durabilidad del asfalto, es necesario obtener la máxima impermeabilidad de la mezcla a través de la compactación empleando maquinaria y equipo adecuado.

Flexibilidad

“Capacidad para adaptarse ligeramente sin agrietarse la carpeta asfáltica, resistiendo las deformaciones de la base y sub base”. (Usquiano y Villarreal, 2016, p.28).

Con una mayor proporción de asfalto en la mezcla podemos aumentar la flexibilidad de la mezcla, hasta un óptimo. Si se llegara a tener un exceso después del óptimo, se tendría una mezcla con baja estabilidad ocasionando que la carpeta asfáltica sea sumamente flexible.

Resistencia a la fatiga

Usquiano y Villarreal (2016, p.28) menciona que debido a las cargas de tránsito el pavimento causa cierta deformación o llamada flexión, su capacidad a soportar se le conoce como resistencia a fatiga. Si la proporción de vacíos en el bitumen aumenta, la llamada resistencia a la fatiga disminuye, podría ser por fallas en el diseño o compactación. Se pueden evidenciar daños en la carpeta de rodadura como peladura, fisuras piel de cocodrilo, en bloque, transversal. Caso contrario sucede para una densa graduación, se presentaría una mayor resistencia a la fatiga.

Resistencia al deslizamiento

“Es la acción de la carpeta de rodadura (mojada), en reducir el resbalamiento o deslizamiento de las llantas de los vehículos que transitan. Implicando adherencia entre el neumático y las partículas del agregado; no teniendo hidroplaneo que es deslizar las llantas sobre la película de agua” (Alarcón, 2016, p.21). Para optimizar la carpeta de rodadura se debe aumentar agregados de preferencia con textura áspera y presentar un adecuado contenido de asfalto, porque aumentando su contenido puede dar como resultado mezclas inestables deformables y exudadas, incrementando su deslizamiento.

Impermeabilidad

Se tiene impermeabilidad cuando la carpeta asfáltica presenta resistencia al aire y agua camino de él o en su interior. “Para evitar que el pavimento pierda su capacidad de soporte y evitando el agua a las inferiores capas de la carpeta de rodadura, las mezclas deben ser completamente impermeables”. (Usquiano y Villarreal, 2016, p. 28).

Trabajabilidad

“Es la facilidad con la cual una mezcla asfáltica puede ser colocada y compactada” (Usquiano y Villarreal, 2016, p. 28).

Hablamos de una buena trabajabilidad cuando hay una fácil colocación y compactación. Para el caso de una mala trabajabilidad en mezclas de agregado grueso, al momento de instalarse estas tienden a segregarse y son complicadas para compactar, similar efecto ocurre con temperaturas bajas.

Método Marshall

Cáceres (2007) “El método Marshall determina su contenido óptimo de combinación de agregados; además nos brinda propiedades para mezclas asfálticas en caliente, estableciendo óptimos contenidos de vacío como también densidades”.

(Usquiano y Villarreal, 2016, p. 30) menciona que: “aplicado a bitúmenes, pudiéndose este método ser aplicado para diseño en laboratorios o para control de campo en pavimentaciones”.

De las muestras compactadas, la prueba de estabilidad – flujo y relación densidad- vacíos, son los datos más relevantes del método Marshall.

Tabla 10. Requisitos para mezcla asfáltica

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall (MTC E 504)			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8,15 kN	5,44 kN	4,53 kN
3. Flujo 0,01(0,25 mm)	8 -14	8 - 16	8 – 20
4. Porcentaje de vacíos con aire (MTC E 505)	3 - 5	3 - 5	3 - 5
Inmersión – Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	2,1	2,1	1,4
2. Resistencia retenida % /mín.)	75	75	75
Relación Polvo – Asfalto	0,6-1,3	0,6-1,3	0,6-1,3
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm)	1,700 – 4,000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 Mín.		

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción - EGE 2013

Bambú

(Teneche, 2010) manifiesta que

No es un árbol el guadua o bambú, es pasto o hierba gigante, perteneciente a las gramíneas siendo familia del arroz, trigo, maíz, etc., por su taxonomía a la Gramineae o Poaceae con aproximadamente 1,000 especies; en América hay una

variedad de 500 de ellas. Dentro de ellas Perú posee la *Guadua Angustifolia* la cual posee buenas propiedades físico-mecánicas y con una extraordinaria durabilidad.

(Jian, 2003) refiere que “China con 7,2 millones de hectáreas de bosques de plantaciones de bambú, con incremento de 3%, de los cuales 4,2 son plantaciones”. El bambú se encuentra en todos los continentes excepto Europa; encontrándose en climas tropicales, subtropicales, climas templados y fríos; hasta los 4,000 msnm. (Mark, 2011) manifiesta que: “desde el nivel del mar hasta los nevados hasta picos de montañas los bambúes de producen en áreas tropicales y subtropicales, llegando a zonas templadas. Siendo más abundantes en el sudeste asiático y ninguna en Australia”

(Sevalia, 1990) nos refiere que “tiene un ciclo de meses de crecimiento y con 3 años puede madurar, abarcando 1,100 a 1,500 especies con aproximadamente 600 especies botánicas de bambú en el mundo”. (Aprianti, y otros, 2015) menciona que “el bambú es un recurso vegetal de muy rápido crecimiento. China produce anualmente cerca de 20 millones TM”. Manifiesta también (Yiping, y otros, 2010). “Es usado como material de construcción como caña o como fibra”.

El mayor número de especies lo encontramos en los bosques de Brasil y de la cuenca amazónica los países andinos. Según (PLAN NACIONAL DEL BMBÚ, 2010, p.12) menciona que “A nivel mundial el Perú es noveno país con mayores superficies forestales, en Sudamérica se encuentra en segundo lugar después de Brasil”.

Por su aporte de fibras y valor nutritivo, los brotes de bambú son un alimento en las poblaciones en Asia; creciente consumo en países de Europa y Estados Unidos. La savia del bambú contiene silicio utilizada para severos casos de artrosis. El bambosil estimulante del colágeno en el tejido conjuntivo y oseo.

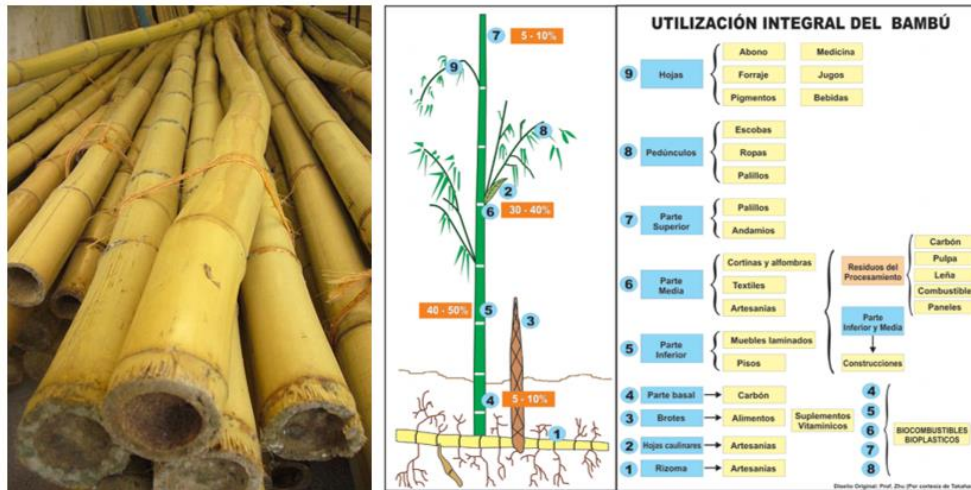


Figura 1.-Culmos y Uso Integral del Bambú

Características del bambú

Rizomas y Raíces.- se caracterizan por tener raíces fasciculadas y delgadas, desarrolladas sobre los rizomas monopodiales (*Phyllostachys Aureus* y *Chusquea Coleu*) o simpodiales (*Dendrocalamus Asper* y *Guadua Angustifolia*).

Brotos.- Suelen ser usados como alimento de las especies *Dendrocalamus Asper* y *Phyllostachys pubescens*. Pudiendo 100grs de brote contener fibra entre 0,5 a 0,77 gramos, calcio de 81 a 96 mg, 0,5 a 1,7 mg de hierro, vitamina C 3,2 a 5,7 mg, glucosa 1,8 a 4,1 g, entre otros.

Tallos.- huecos de 1 a 20 cm de diámetro y entre 5 a 25 m de altura, nacen de los nudos del tallo principal los tallos laterales pudiendo contener 40 a 60% de celulosa y entre 16 a 34% lignina, en similitud a la madera de los árboles. Posee altos módulos de elasticidad (9,000 a 10,100 N/mm²) y resistencia a la rotura entre (84 a 120 N/mm²).

Hojas.- color verde de variable intensidad, con alto contenido de flavonas, micro elementos esenciales y aminoácidos.

Inflorescencia.- Sin estudios en su mecánica de floración las especies nativas del Perú.

Utilización del bambú

Sus rizomas o raíces son utilizados para artesanías, industria de la confección, como alimento sus brotes, las diversas porciones de los tallos elementos estructurales para la construcción, pulpa de papel, vinagre, carbón activado, etc. Los brotes de bambú contienen 88,8% de humedad, 3,90% proteína, 1,1% minerales, 5,7% carbohidratos, 43,00 Kcal y 0,5% grasa.

El Perú es un nato importador de pulpa y papel. La especie *Gudua angustifolia* viene siendo utilizada tanto en construcciones urbanas como rurales, infraestructuras recreacionales y casa de playa; en vigas, viguetas y soportes de techos. El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento con la Asociación Peruana de Bambú – PERUBAMBÚ en la costa han incrementado el comercio de este recurso en la reconstrucción de las zonas afectadas por los huaycos e inundaciones.

Ventajas del bambú en la construcción

El bambú presenta buenas cualidades físicas como material de construcción; por tener forma circular hueca es liviana (mayor facilidad en su transporte y construcción). La relación peso – carga máxima y forma tubular, así como sus fibras exteriores hacen que sea muy resistente a fuerzas axiales. Debido a su elasticidad que evita ruptura al curvarse y rigidez suelen utilizarse para construcciones sismoresistentes; construcción rápida y facilidad para su transporte. No cuenta con corteza a eliminar, dispone de un esmalte natural que no necesita pulidos o acabados (pudiendo pintar, barnizar, laquear y usar ceras transparentes).

Desventajas del bambú en la construcción

Paralelo a las fibras el bambú presenta tendencia a rajarse debido a la resistencia es muy baja a la fuerza cortante (perpendiculares a las fibras). Las uniones se hacen con madera o acoples especiales. El bambú no debe recibir humedad, ni rayos del sol de manera directa. No es un material ignífugo por el contrario como es vacío (tubular) la llama se propaga rápido. Con el contacto de la humedad del suelo se pudre, susceptibles a hongos, termitas u otros insectos.

Composición química del bambú

El bambú tiene su composición química similar a la de la madera, sin embargo, éste contiene

alcalinos extractivos mayores, cenizas y sílice (Tomalang et al. 1980; Chen et al. 1985).

Tabla 11. *Composición química del bambú*

Especies	(%) de cenizas	(%) Etanol extractivos tolueno	(%) lignina	(%) de celulosa	(%) de pentosa no
Phyllostachys heterocycla	1.3	4.6	26.1	49.1	27.7
Phyllostachys nigra	2.0	3.4	23.8	42.3	24.1
Phyllostachys reticulada	1.9	3.4	25.3	25.3	26.5

Fuente: Higuchi 1957

Los principales elementos de los culmos de bambú que representan más del 90% de la masa total son la celulosa, lignina y hemicelulosa; de 2 a 6% de almidón, 2 a 4% de grasa, 0.8 a 6% de proteína y 2% de sacáridos desoxidado. Las resinas, ceras, taninos y sustancias inorgánicas son los menores elementos.

Los minerales inorgánicos como la sílice, calcio y potasio se encuentran contenidos principalmente en la ceniza de bambú; así como el manganeso y el magnesio. La sílice se encuentra más contenida en la epidermis, en pocas proporciones en los nodos y sin presencia en los entrenudos.

En cuanto a la durabilidad y tiempo de servicio del bambú que varía de acuerdo de la especie y las condiciones climáticas, pudiendo variar de 1 a 36 meses (Liese 1980); el contenido de los carbohidratos es un factor importante, razón por la cual esta composición química hace al bambú susceptible a los ataques de hongos y de insectos, por sus grandes cantidades de almidón (Mathew y Nair 1988).

Tabla 12. *Normas para el análisis químico*

Propiedad	Estándar
Alcohol – tolueno solubilidad	ASTM D 1107-56
Solubilidad de agua caliente	ASTM D 1110-56
Lignina Klason	ASTM D 1106-56
hemicelulosa	ASTM D 1104-56
Celulosa – Alpha	ASTM D 1103-60
Contenido de cenizas	ASTM D 1102-84

Ceniza de hoja de bambú

El reciclaje de bambú de residuos agrícolas, industriales y de la construcción se pueden reutilizar de manera económica. (Kolawole y Olusola, 2015) manifiestan que “las hojas de bambú se secaron al sol reduciendo el contenido de humedad, posteriormente se quemaron abiertamente y se enfriaron sobre una superficie limpia. Calcinándose la masa a una temperatura de 1000°C y se tamizo a 150 µm”

(Cardona, 2014) menciona que “las cenizas de las hojas de bambú, son producidas por una quema controlada a horno eléctrico con altas temperaturas aproximadamente 650 °C, pudiendo estar entre 2 a 4 horas su período de tiempo”.

(Olugbenga et al, 2010) mencionan que “obtuvieron cenizas de las hojas de bambú quemando en un horno en un rango de 800°C a 1000°C, estas cenizas obtenidas se guardaron para evitar la absorción de humedad en polietileno”.

(Hui – sheng Shi, 2009) menciona que “actualmente se viene probando para el mejoramiento de ciertas propiedades residuos industriales; para el sector agrícola se tiene médula de coco, cascarilla de arroz, cenizas volantes de residuos sólidos, bagazo de la caña de azúcar entre otros”.

En actividades de sector primario de la economía como actividad forestal, agricultura, pesca agricultura, ganadería, entre otros más; los residuos que se producen se clasifican en dos grupos: de base orgánica e inorgánica.

Según (MATAY, 2014, p.16) refiere que:

Los excedentes con base orgánica contienen materiales fibrosos, celulosas, azúcares y lignina; teniendo estas propiedades como de porosidad, ligereza y solubilidad. Si estas son adicionadores de ciertas mezclas está comprobado que realizan ciertos cambios con respecto a su tiempo en endurecer, fraguar, endurecimiento y ser ligera; incrementa el volumen de agua. Estas pueden encontrarse en distintas partes de los árboles y plantas. Del tallo del yute como fibras, el sisal de sus hojas, algodón y coco de su superficie, del bambú y eucalipto de su madera.

(Villar, 2010) menciona que “de la ceniza de la hoja de bambú logró caracterizar y determinar parámetros cinéticos”. Para los residuos de base inorgánica; éstos contienen sílice y alúmina, además de álcalis. Teniendo como principales propiedades su fina granulometría, fracción vítrea importante y baja solubilidad. Pudiendo ser cenizas de cáscara de arroz, caña, cáscara de palma, trigo, café, bambú entre otros.

Formulación del problema

Problema General

¿De qué manera influye la incorporación de cenizas de bambú en el comportamiento de la mezcla asfálticas en caliente, Lima 2019?

Problemas Específicos

¿De qué manera influye la incorporación de cenizas de bambú en la estabilidad de la mezcla asfálticas en caliente, Lima 2019?

¿De qué manera influye la incorporación de cenizas de bambú en el flujo de la mezcla

asfálticas en caliente, Lima 2019?

¿De qué manera influye la incorporación de cenizas de bambú en el porcentaje de vacíos de la mezcla asfálticas en caliente, Lima 2019?

Justificación del estudio

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal el analizar el comportamiento mecánico de los bitúmenes, incorporando las cenizas de bambú y analizar qué cantidad de materiales será el más indicado o el óptimo para una buena dosificación, así mismo diseñar una mezcla asfáltica que brinde su resistencia – flujo, adicionando este elemento se espera maximizar el uso y durabilidad de la carpeta asfáltica; minimizando sus deformaciones y fisuramiento.

Se ha empleado la ceniza de bambú, pues esta tiene la particularidad de no verse afectada por la humedad pues ha sido comparada con 12 fibras diferentes comprobando que es la más resistente a la humedad pues contiene mayor porcentaje de sílice.

Esta investigación es viable y ecoeficiente ya que en nuestro país, en diversas zonas se tiene gran demanda de este material para infraestructura, por lo que se genera grandes cantidades de desperdicios que son incinerados y desechados, sin embargo esta investigación brinda como alternativa utilizado estos desperdicios para obtener las cenizas del bambú para mejorar el comportamiento de la mezcla asfálticas en caliente, además este propuesta se hace sostenible en el tiempo pues existe en grandes cantidades de esta materia prima que llega a la edad adulta en 5 años y no necesita ser sembrado pues es autorrenovable. Finalmente, y por todo lo antes mencionado se considera que esta investigación será un gran aporte a la ingeniería de manera ecoeficiente.

Hipótesis

Hipótesis General

La incorporación de la ceniza de bambú influye de manera positiva en el comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente, Lima 2019.

Hipótesis Específica

La incorporación de la ceniza de bambú influye de manera positiva en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente, Lima 2019.

La incorporación de la ceniza de bambú influye de manera positiva en el flujo de la mezcla asfáltica en caliente, Lima 2019.

La incorporación de la ceniza de bambú influye de manera positiva en el porcentaje de vacío de la mezcla asfáltica en caliente, Lima 2019.

Objetivos

Objetivo General

Determinar de qué manera influye la incorporación de las cenizas de bambú en el comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente, Lima 2019

Objetivos Específicos

Determinar de qué manera influye la incorporación de las cenizas de bambú en la estabilidad de su mezcla asfálticas en caliente, Lima 2019.

Determinar de qué manera influye la incorporación de las cenizas de bambú en el flujo de su mezcla asfálticas en caliente, Lima 2019.

Determinar de qué manera influye la incorporación de las cenizas de bambú en el porcentaje de vacío de su mezcla asfálticas en caliente, Lima 2019.

II. MÉTODO

2.1 Tipo y Diseño de la investigación

Se inscribe la investigación dentro de la investigación tipo aplicada, porque nos conlleva a resolver problemas existentes.

En este sentido (Murillo, 2010 p.33) menciona que:

Es llamada también como empírica o práctica la investigación aplicada, fundamentalmente utiliza los conocimientos que encuentra y en el camino va adquiriendo otros más, después de organizar y poner en práctica con fundamentos investigados. Tanto los resultados obtenidos como su uso del conocimiento nos proporcionan rigurosidad, organización y sistematización para conocer la realidad.

Diseño de la investigación

Según (Hernández, y otros, 2014, p. 128) menciona que “el diseño de la investigación hace énfasis a las estrategias del investigador para absolver el problema, dificultad o inconveniente que se plantea en el estudio”.

En este sentido nuestra investigación se realizará con un diseño tipo experimental, porque se controlará y manipulará intencionalmente la variable independiente dentro de un ambiente preparado, observando y midiendo los cambios que suscita la variable dependiente.

Nivel de investigación

(Soto, 2015 p.81) refiere que los estudios explicativos intentan comprender de los fenómenos observables sus las relaciones causa - efecto. En este sentido en la presente investigación que será de nivel explicativo ya que busca el porqué de la causa que originan los efectos, es decir el por qué las cenizas de bambú influyen en el comportamiento de los bitúmenes.

2.2 Operacionalización de variables

Variable 1 (independiente): Mezcla asfáltica en caliente

Variable 2 (dependiente): Cenizas de bambú

Tabla 13.- Matriz de Operacionalidad de la Variable Mezcla asfáltica en caliente

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Mezcla asfáltica en caliente	(Harrigan, 2011, p.4) Define como la combinación de agregados pétreos (usualmente 95% del peso de la mezcla) y ligante asfáltico (5% del peso de la mezcla) a temperatura 150°C aprox. En cuanto a su volumen ocupa el agregado pétreo 85%, ligante 10% y 5% cantidad de vacíos.	Con el método Marshall elaborado en laboratorio se realiza el diseño de la mezcla asfáltica en caliente; si los resultados son favorables no se ajusta el diseño, caso contrario se replantea dicho diseño.	Estabilidad	Densidad de la mezcla	Formatos de acuerdo al Manual de Ensayos y Materiales (MTC) Manual de Carreteras EG-2013 y Norma ASTM D 1559 (Método Marshall)
			Flujo	Granulometría	
				Temperatura	
				Elongación	
			Vacíos	Gravedad específica	
				Porcentajes de vacíos	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14.- Matriz de Operacionalidad de la Variable Ceniza de bambú

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Cenizas de bambú	(Cardona, 2013) tienen diminutos cuerpos de sílice procedentes de las sales minerales absorbidas del suelo; éstos contienen un alto contenido de sílice y alúmina, con contenidos importantes de álcalis	Para analizar las cenizas del bambú se tendrá en cuenta los porcentajes de adición (1%, 2% y 3%) que se le hagan al diseño de la mezcla asfáltica en caliente y se evaluará su comportamiento.	Comportamiento mecánico en la mezcla	Estabilidad	Formatos de acuerdo al Manual de Ensayos y Materiales (MTC) Manual de Carreteras EG-2013 y Norma ASTM D 1559 (Método Marshall)
				Flexibilidad	
				Manejabilidad	
			Comportamiento volumétrico en la mezcla	Recubrimiento	
				Vacíos necesarios	
			Dosificación	1%	
				2%	
3%					

Fuente: Elaboración propia

2.3 Población y muestra

Población

(Hernández, 2014 p.174) “Unión de casos con una sola concordancia con determinadas especificaciones. Así mismo el universo es constituido los casos que poseen especificaciones en común”.

De acuerdo a este estudio debiéndose realizar briquetas de prueba tanto para bitúmenes convencionales así como para una mezcla incorporando las cenizas de bambú. Para los ensayos tendremos 20 briquetas para el diseño convencional y 12 para el diseño con la ceniza con distintos porcentajes, obteniendo un total de 32, constituyendo la misma población.

Muestra

(Carrasco, 2015 p.237) “es una parte o porción de la población, siendo este representativo; teniendo a su vez las mismas propiedades y características”.

Así mismo (Hernández, 2014 p.173) manifiesta que: “Se toma una parte de la población de tal forma que será representativa con la gran cantidad de datos, siendo una pequeña referencia para un mejor estudio y análisis”.

Para nuestro caso tomaremos como muestra 12 briquetas con asfalto caliente convencional y 9 briquetas con la incorporación de 1%, 2% y 3% de ceniza de bambú.

Tabla 15. *Cantidad de especímenes por ensayo*

TIPO DE ENSAYO	CANTIDAD DE ESPECÍMENES	% CONCRETO ASFALTICO	% CENIZA DE BAMBÚ
Contenido de Concreto Asfáltico	12	4.6, 5.1, 5.5 y 6.1	-----
Estabilidad y flujo	9		1.0, 2.0 y 3.0

Fuente: Elaboración Propia

Diseño muestral

Indica (Hernández, y otros, 2014 p.176) indica que “el investigador puede decidir las características que podrá tomar para elegir la muestra, siendo no probabilística”.

Este diseño de tipo muestral es la muestra no probabilística, debido a que en la elección no se tomaron probabilidades, sino seleccionando propiamente ciertas características para ser usadas.

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

Técnicas de recolección de datos

Manifiesta (Valderrama, 2013 p.194) “Se les llama a las diferentes metodologías de ejecutar los métodos e indicadores para conseguir la información necesaria”.

Es decir, a través de diversos procedimientos se obtienen determinados datos con un propósito específico. (Peñuelas, 2008 p.10) “destacan las siguientes técnicas: la observación, cuestionario, entrevistas y encuestas”.

Se empleará la observación como técnica, pues como indica (Maraví, 2009 p.28) “para el procesamiento de un estudio posterior, se analiza el caso, fenómeno o hecho”.

Instrumentos de recolección de datos

Según (Mendoza, 2014 p.6) menciona que “es un registro a utilizar para recabar información de la zona estudiada por el investigador”.

Se realizarán fichas de recolección de datos (ANEXO: Instrumentos) con los parámetros establecidos en las especificaciones técnicas, para recabar información de los distintos resultados de los ensayos de laboratorio (estabilidad, flujo, rice, densidad, vacíos) tanto para la mezcla convencional y la incorporada con cenizas de bambú.

Validez y Confiabilidad del instrumento

Según (Hernández, y otros, 2014 p.201) sostiene que “es saber qué grado mide el instrumento la variable estudiada”.

Confiabilidad

Según (Bernal, 2006 p.214) menciona que “hace referencia al puntaje obtenido de las personas que examinan los cuestionarios”. Es decir la confiabilidad del instrumento nos

permite tener credibilidad en el instrumento aplicado, pues los valores que miden pueden ser aplicados en otras poblaciones.

La ficha de recolección de datos fue sometida a juicio de 3 expertos, teniendo como resultados:

Tabla 16. *Juicio de Expertos*

Experto	CIP N°	Promedio
Mg. Ing. Padilla Picher Santos Ricardo	51630	0.95
Mg. Ing. Boza Olaechea Margarita	80500	1.00
Mg. Ing. Moscoso Arriola Cecilia	122210	0.95
		<hr/> 0.97 <hr/>

Fuente: Elaboración propia

2.5 Procedimientos

Según (Barragan, 2003 pag.56) nos dice que “el objetivo del proyecto de investigación, es determinar una estructura lógica para su desarrollo, demostración y dar solución al problema en mención del proyecto”.

Para nuestro proyecto de investigación tendrá como base demostrar que tan viable será para el diseño de una mezcla asfáltica en caliente incorporar las cenizas provenientes del bambú. Se identificaron todos los factores que del resultado del experimento lo modifiquen, estos deberán ser conocidos, modificables y controlables. Se empleó un estadístico (gráficas y barras) para su diferenciación lo que es favorable o no en la investigación. Se utilizó herramientas las cuales fueron validadas por expertos e entidades relacionadas a la investigación (normatividad y especificaciones técnicas), además los ensayos de laboratorio se realizaron en una entidad certificada.

2.6 Método de análisis de datos

Para (Hernández, y otros, 2014 pág. 383) nos menciona que “Descriptivo porque se realizan estudios y una serie de cuadros, para reflejar los resultados de laboratorios; siendo estos regulados por protocolos y normas para sus respectivos ensayos; con el fin de calcular los resultados mediante propiedades físicas y químicas”.

Para medir el nivel de comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú, se realizaron los ensayos en el laboratorio HIS Asesores y Consultores S.A.C., ubicado en la provincia de Lima en el distrito de Comas. Se realizaron la caracterización de los agregados pétreos, para el ensayo granulométrico de los agregados gruesos y finos (Cantera Jicamarca) los porcentajes de peso para retención y pasante en las mallas fueron transferidas en el instrumento de recolección de datos validado por el juicio de expertos; de la misma manera se utilizó dicho instrumento para los ensayos de calidad de los agregados (abrazión Los Ángeles, caras fracturadas, partículas chatas y alargadas, gravedad específica, etc.). Se llegó a cumplir las especificaciones normativas vigentes para los agregados de la mezcla asfáltica en caliente.

2.7 Aspectos éticos

Según (Hernández Sampieri, y otros, 2014 pág. 586) menciona “los datos en su totalidad serán recabados en la zona de estudio”. Todas nuestras fuentes fueron descritas según sistema ISO 690, bajo los lineamientos de la Universidad Privada César Vallejo.

De la SUNEDU con su registro nacional de investigaciones se tomará referencias de tesis relacionadas a nuestra investigación, además de repositorios internacionales de tesis, revistas científicas entre otros (Balestrini, 2003, p. 186).

III. RESULTADOS

3.1 Plan Experimental

El pavimento desde el punto de vista funcional lo conforma la carpeta de rodadura; que es una mezcla de ligante (asfalto), conjuntamente con agregados pétreos y filler que a altas temperaturas se colocan, compactan y así se obtiene el proceso de diseño.

Para medir el nivel de comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú, se realizaron los ensayos en el laboratorio HIS Asesores y Consultores S.A.C., ubicado en la provincia de Lima en el distrito de Comas.

La caracterización de los agregados pétreos, para el ensayo granulométrico de los agregados gruesos y finos (Cantera Jicamarca) los porcentajes de peso para retención y pasante en las mallas fueron transferidas en el instrumento de recolección de datos validado por el juicio de expertos; de la misma manera se utilizó dicho instrumento para los ensayos de calidad de los agregados (abrazión Los Ángeles, caras fracturadas, partículas chatas y alargadas, gravedad específica, etc.). Donde se cumplirán las especificaciones y normativas vigentes para los agregados de la mezcla asfáltica en caliente.

Con los adecuados agregados se realizó un diseño teórico tentativo para obtener la cantidad óptima de asfalto de la mezcla asfáltica (realizando 3 probetas tipo Marshall); del porcentaje obtenido que se obtuvo se adicionaron 3 porcentajes de muestras más con un valor creciente de 0.5%. En total se obtuvieron 12 briquetas tipo Marshall. La elaboración de las briquetas e implementos para el ensayo Marshall se mantuvieron a temperatura de 150 °C; el mejor resultado de estas muestras fue tomada como la muestra óptima Patrón.

Para las muestras con incorporación de cenizas de bambú se tomó la cantidad óptima de asfalto y se realizaron 3 briquetas Marshall para 1,0%, 2,0% y 3,0% de cenizas de bambú; obteniendo 9 probetas más. De ambos resultados se evaluará su estabilidad, el % de vacíos y flujo de la mezcla.

Los Materiales e insumos

Cemento asfáltico. - Se seleccionó aquel clasificado como PEN 60/70 tal como establece la norma EG-2013, debido a sus condiciones climáticas de Lima (SENAMHI) variando entre 15 °C a 27 °C, siendo atípicos menos de 14 °C o mayores a 29 °C. Los veranos son bochornosos, áridos y nublados; con inviernos frescos, ventosos y casi siempre despejados.



Figura 2. Asfalto 60/70 marca REPSOL

Los agregados. - Fueron traídos de la Cantera ubicada en la misma provincia del estudio, que fue Lima. Para el agregado fino (Arena triturada) y el agregado grueso (Grava triturada) la Cantera fue “Jicamarca”, ubicada en Huachipa camino a la refinería de Cajamarquilla.



Figura 3. Ubicación Cantera Jicamarca

Agregado Grueso.- Según las especificaciones de la Tabla 2 para los ensayos realizados al agregado grueso en el laboratorio HIS Asesores y Consultores S.A.C. (Anexo C – Ensayos de Calidad del Agregado Grueso), se obtuvieron los siguientes resultados expuestos en la siguiente tabla:

Tabla 17. Requerimientos del Agregado Grueso

ENSAYOS	NORMA	REQUERIMIENTO		RESULTADO OBTENIDO	
		Altitud (m.s.n.m.)			
		< 3000	> 3000		
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.	11.7%	Cumple
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.	3.78%	Cumple
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70	100/100	Cumple
Absorción	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.	0,4%	Cumple

Fuente: Elaboración Propia (Resultados de Laboratorio HIS Asesores y Consultores S.A.C.)

Interpretación. - Para el ensayo de Abrasión Los Ángeles, se obtuvo 11,7% teniendo al desgaste físico – mecánico una buena resistencia a la fragmentación debido a su dureza física.

Del ensayo de Partículas chatas y alargadas, obtuvimos 3,78% lo que nos indicó carencia de partículas de fragmentación fácil, aportará resistencia en la elaboración del MAC.

En cuanto al ensayo de Caras fracturadas tanto el 100% tiene una y dos caras fracturadas, se dedujo que el agregado en su producción en la chancadora tuvo un buen control, lo que garantizará soportar los esfuerzos de tracción y compresión en MAC. Por último, en el ensayo de Absorción 0,4% significa que este árido tendrá una afinidad adecuada con el bitumen.

Agregado Fino.- De las especificaciones de la Tabla 3 con los resultados de laboratorio (Anexo C – Ensayos de Calidad del Agregado Fino), se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 18. Requerimientos del Agregado Fino

ENSAYOS	NORMA	REQUERIMIENTO		RESULTADO OBTENIDO	
		Altitud (m.s.n.m.)			
		< 3000	> 3000		
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70	45	No Cumple
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8 máx.	8 máx.	6	Cumple
Índice de plasticidad (malla N°	MTC E 111	NP	NP	NP	Cumple
Absorción	MTC E 206	0,5% máx.	0,5% máx.	0,9%	No Cumple

Fuente: Elaboración Propia (Resultados de Laboratorio HIS Asesores y Consultores S.A.C.)

Interpretación.- Para el ensayo Equivalente de Arena, el resultado que se obtuvo significó que dichos áridos presentaron pocos finos nocivos (sin impurezas orgánicas), estas serían perjudiciales para la elaboración de la MAC.

En el ensayo de Azul de metileno, el resultado 6 mg/g presentó baja cantidad de arcillas y materia orgánica dañina, este árido tendría un buen desempeño en la MAC.

Índice de Plasticidad (malla N°40), se obtuvo NP estos áridos finos no presentan plasticidad, ni finos que perjudiquen la elaboración en la MAC.

En el ensayo de Absorción, obtuvimos 0,9% presenta una absorción un poco alta para lo solicitado en la EG 2013, buscaremos con la incorporación de las cenizas de bambú mejoras en la mezcla bituminosa.

Ceniza de bambú.- Se tomaron 2 culmos (varas según gráfica) de bambú de un metro de largo, de la especie *Guadua affinis angustifolia* es la que más abunda en el Perú. Siendo estas partes del bambú, los materiales donde hay mayor excedente (material en desuso) en la industria y construcción. Se procedió a triturar con una comba los culmos del bambú, lo cual facilitó el proceso de incinerar el material. En una superficie plana se incineró por espacio de 2 horas.



Figura 4. Culmos de bambú

Se obtuvo ceniza y retazos de bambú quemado, no teniendo bibliografía con respecto al tamiz de malla que se tendría que utilizar para este material, se tomó la malla N°10 y se obtuvo dicha granulometría 300 grs. de la ceniza.



Figura 5. Resultado de la incineración de los colmos

3.2 Ensayo granulométrico en Agregados

Lo primero fue realizar la granulometría de los agregados de la cantera de origen (arena y piedra triturada) para hacer ingresar en el HUSO de la mezcla asfáltica en caliente (MAC).

Análisis Granulométrico

La distribución de los tamaños de las partículas tanto gruesas (piedra triturada) y finas (arena triturada) se determinó con el porcentaje de distintos tamaños que se compuso la muestra de la cantera Jicamarca.

Equipos y herramientas

Balanza digital.- Marca OHAUS – Modelo PAJ2102 con una sensibilidad de por lo menos 0.1% de la masa de la muestra que va a ser ensayada.



Figura 6. Balanza Electrónica OHAUS

Tamices con diámetro 8”. - con bastidor debiéndose acoplar entre ellos, que evitó la pérdida del material que se encontraba tamizando. Estos tamices permitieron obtener las especificaciones del material ensayado.

Horno.- Marca DESPATCH modelo Protocol3, con temperatura constante de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($230^{\circ} \pm 9\text{ }^{\circ}\text{F}$).

Muestra

Se consideró la normativa MTC E 204, teniendo dicha norma como objetivo de la curva granulométrica su trazo, su tamizado y de los porcentajes que pasan en cada malla su peso.

Del agregado fino (arena triturada) la cantidad aproximada de 300 o 500 gr y para el agregado grueso (piedra triturada), como indica la siguiente tabla:

Tabla 19. *Obtención muestra para ensayo*

Tamaño máximo nominal abertura cuadrada		Cantidad mínima de la muestra de ensayo
Pulgadas	mm	Kg
3/8"	9,5	1
1/2"	12,5	2
3/4"	19,0	3

Fuente: Manual de ensayo de materiales MTC E 204

Se obtuvo por medio de cuarteo manual tanto el agregado grueso (piedra triturada) y fina (arena triturada).



Figura 7. Cuarteo agregado grueso



Figura 8. Cuarteo agregado fino

Previo al tamizado de la muestra según la norma ASTM C136, procedemos a lavar y secar la muestra, posteriormente fue llevada al horno en un intervalo de 24 horas a 110 ± 5 °C. para luego tamizar la muestra para cada agregado. Se pesó el material retenido en cada malla y se saturó la mezcla.



Figura 9. Tamizado y saturación agregado grueso

Una vez tamizados y pesados los materiales retenidos, tanto el agregado fino como el grueso; se pasó a llenar la información en el instrumento de recolección de datos (ANEXO Instrumento Recolección de datos), lo que se obtuvo fue lo siguiente:

Tabla 20. Análisis Granulométrico (Agregado fino)

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PESO Retenid.	PORCENTAJE		
			Retenido	Acumul.	Pasante
3"	76.200		0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.000		0.0	0.0	100.0
2"	50.000		0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500		0.0	0.0	100.0
1"	25.000		0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000		0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500		0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500		0.0	0.0	100.0
1/4"	6.350		0.0	0.0	100.0
# 4	4.750	10.57	1.26	1.26	98.74
# 8	2.360	113.92	13.59	14.85	85.15
# 10	2.000	43.52	5.19	20.04	79.96
# 16	1.180		0.00	20.04	79.96
# 20	0.840	255.98	30.53	50.57	49.43
# 30	0.600		0.00	50.57	49.43
# 40	0.420	161.49	19.26	69.84	30.16
# 50	0.300		0.00	69.84	30.16
# 80	0.180	136.60	16.29	86.13	13.87
# 100	0.150		0.00	86.13	13.87
# 200	0.075	58.71	7.00	93.14	6.86
>200		57.55	6.86	100.00	0.00

Fuente.-Elaboración propia

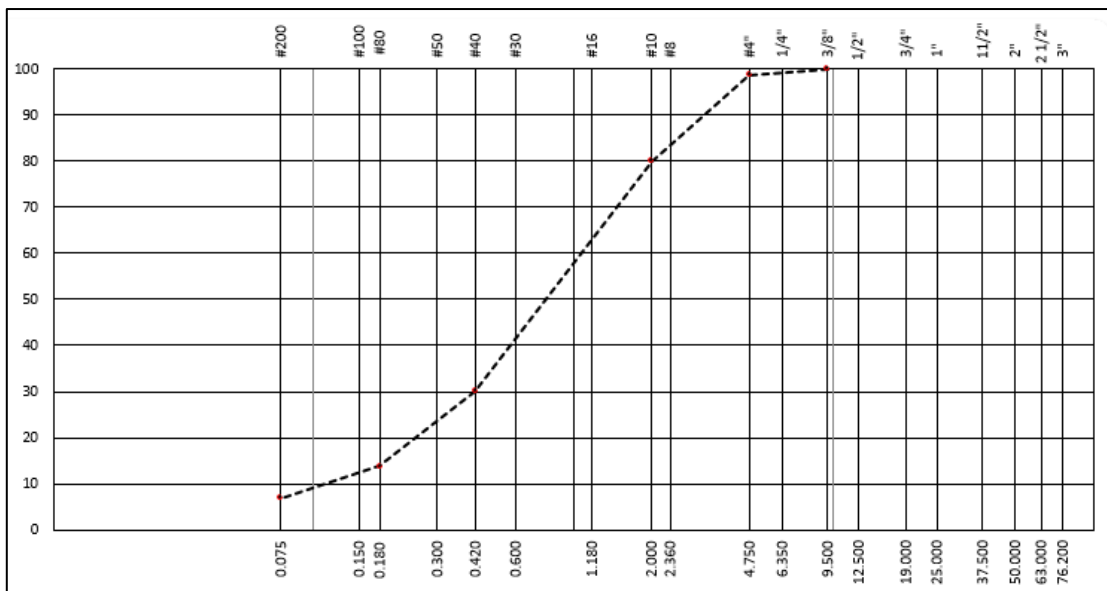


Figura 10. Curva Granulométrica (Agregado fino)

El peso de la muestra seca para la arena zarandeada fue de 838,34 grs. y la muestra seca de la grava triturada fue 3603,0 grs. También se presentó los resultados del tamizado del árido grueso con su respectiva representación gráfica:

Tabla 21. Análisis Granulométrico (Agregado grueso)

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PESO			
		Retenid.	Retenido	Acumul.	Pasante
3"	76.200		0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.000		0.0	0.0	100.0
2"	50.000		0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.500		0.0	0.0	100.0
1"	25.000		0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000		0.0	0.0	100.0
1/2"	12.500	1586.1	44.0	44.0	56.0
3/8"	9.500	932.0	25.9	69.9	30.1
1/4"	6.350		0.0	69.9	30.1
# 4	4.750	943.3	26.2	96.1	3.9
# 8	2.360	80.3	2.2	98.3	1.7
# 10	2.000	61.3	1.7	100.0	0.0
# 16	1.180		0.0	100.0	0.0
# 20	0.840		0.0	100.0	0.0
# 30	0.600		0.0	100.0	0.0
# 40	0.420	0.0	0.0	100.0	0.0
# 50	0.300		0.0	100.0	0.0
# 80	0.180		0.0	100.0	0.0
# 100	0.150		0.0	100.0	0.0
# 200	0.075		0.0	100.0	0.0
>200		0.0	0.0	100.0	0.0

Fuente.-Elaboración propia

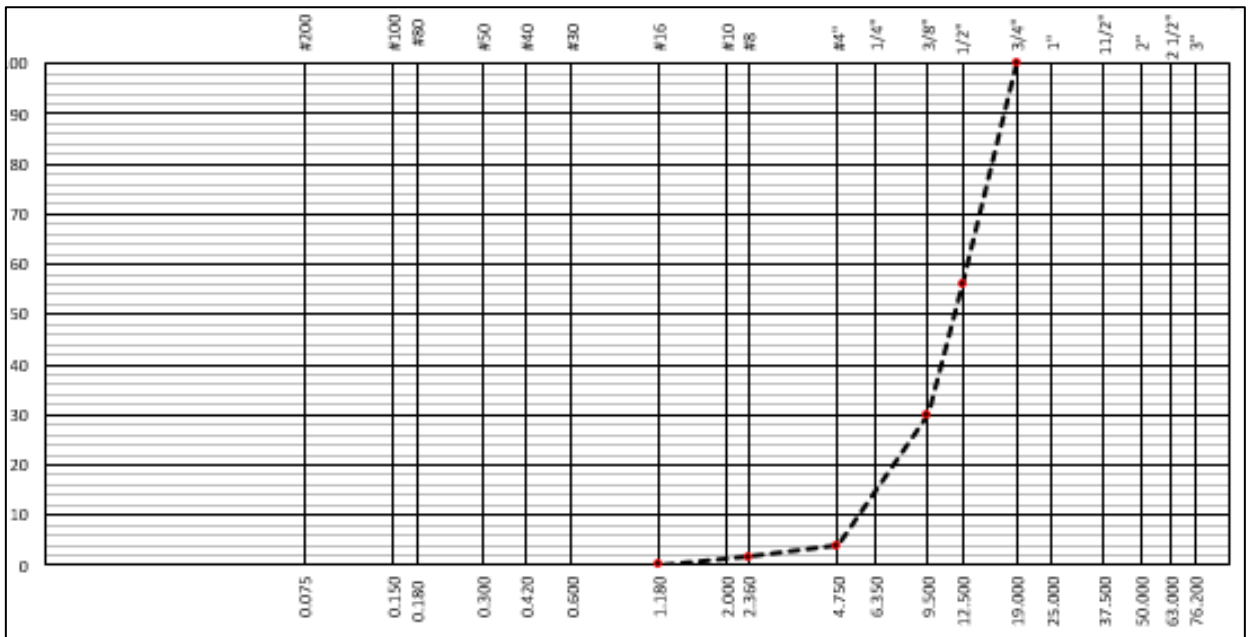


Figura 11. Curva Granulométrica (Agregado Grueso)

Combinación de los Agregados

Para encontrar la adecuada combinación que cumpla el agregado con las especificaciones de granulometría MAC-2; dicha combinación se realizó mediante el método del cuadrado, para la grava triturada y arena zarandeada. La mejor combinación que se ajustó al huso granulométrico MAC-2 fue de 1656,1 grs. (grava triturada con 62% del peso total) y la fracción pasante 2758,2 grs. (arena triturada con 38% del peso total).

Estos porcentajes fueron ajustados con el uso de una hoja de cálculo Excel, de modo que esta combinación se pudo ajustar a un MAC-2. Además, se corroboró dichos porcentajes mediante el método del gráfico y por tanteos.

Tabla 22. *Análisis Granulométrico (MAC - 2)*

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PESO Retenid.	PORCENTAJE			MAC - 2	
			Retenido	Acumul.	Pasante		
3"	76.200		0.0	0.0	100.0		
2 1/2"	63.000		0.0	0.0	100.0		
2"	50.000		0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	37.500		0.0	0.0	100.0		
1"	25.000		0.0	0.0	100.0	100	100
3/4"	19.000		0.0	0.0	100.0	100	100
1/2"	12.500	743.0	16.7	16.7	83.3	80	100
3/8"	9.500	436.6	9.8	26.6	73.4	70	88
1/4"	6.350	0.0	0.0	26.6	73.4		
# 4	4.750	476.6	10.7	37.3	62.7	51	68
# 8	2.360	411.8	9.3	46.6	53.4		
# 10	2.000	171.7	3.9	50.4	49.6	38	52
# 16	1.180	0.0	0.0	50.4	49.6		
# 20	0.840	840.8	18.9	69.4	30.6		
# 30	0.600	0.0	0.0	69.4	30.6		
# 40	0.420	530.4	11.9	81.3	18.7	17	28
# 50	0.300	0.0	0.0	81.3	18.7		
# 80	0.180	448.7	10.1	91.4	8.6	8	17
# 100	0.150	0.0	0.0	91.4	8.6		
# 200	0.075	192.8	4.3	95.7	4.3	4	8
>200		189.0	4.3	100.0	0.0		

Fuente.-Elaboración propia

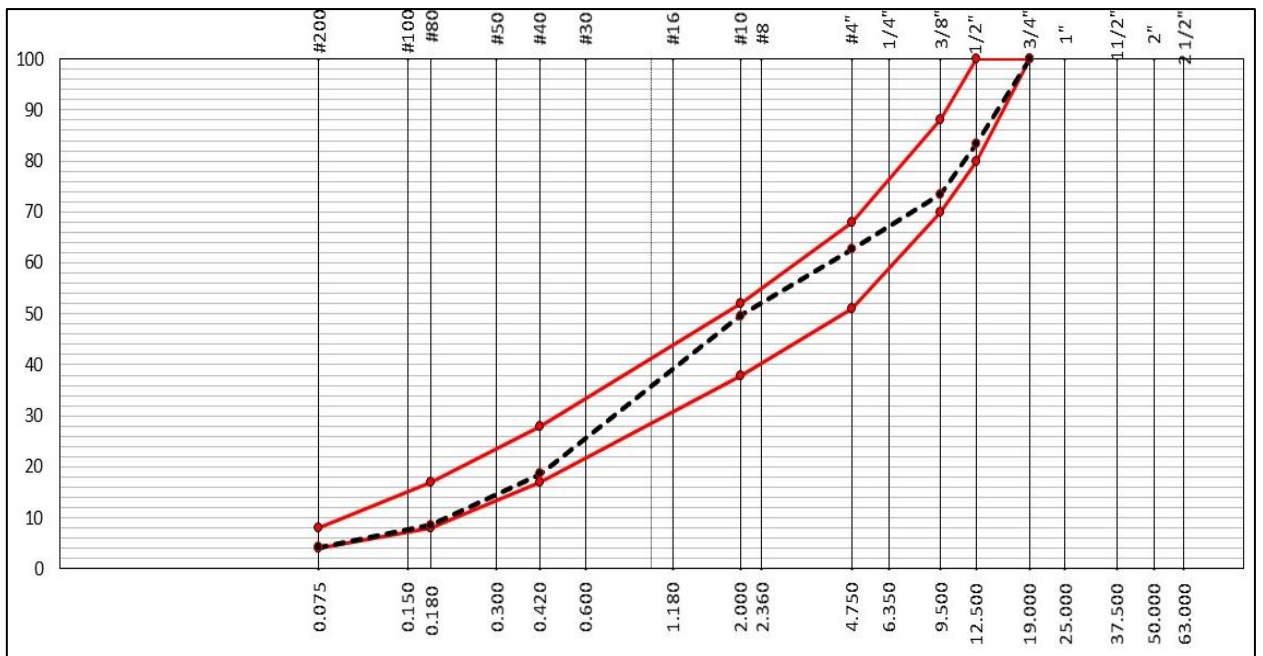


Figura 12. Curva Granulométrica (MAC - 2)

3.3 Ensayo de Calidad de los Agregados

Peso Específico y Absorción Agregado Grueso ASTM D 127

De acuerdo a la Tabla 19, el cual muestra el tamaño nominal (según MTC) los valores mínimos de la muestra a ensayar. Se realizó el ensayo MTC E 206 que tuvo por objetivo determinar el peso específico aparente y el peso Bulk; además de la cantidad de agua que absorbió el agregado grueso (secada al horno a temperatura $105 \pm 5^\circ\text{C}$ no mayor a tres horas), cuando se saturó por 24 horas.

De esta manera se determinó el peso saturado, peso saturado superficial y luego de un secado al horno a $110 \pm 5^\circ\text{C}$ por 3 horas se obtuvo el peso seco final. Los resultados obtenidos fueron trasladados al instrumento de recolección de datos.

En la Tabla 23 se representan los resultados del ensayo de los pesos específicos y absorción del agregado grueso, como resultado 0,4% de absorción cumpliendo el parámetro del límite máximo establecido, según Tabla 17.

Tabla 23. Resultado de ensayo de peso específico y absorción agregado grueso

AGREGADO GRUESO (GRAVA TRITURADA)					
MUESTRA			1	2	PROMEDIO
Peso del mat. sat. superf. seco (en el aire)	(gr)	A	1226,0	1245,0	
Peso del mat. sat. superf. seco (en el agua)	(gr)	B	764	775	
Vol. de masa + Vol. de vacíos	(cm ²)	C=A-B	462,0	470,0	
Peso de material seco a 105 °C	(gr)	D	1221,0	1240,0	
Volumen de masa	(cm ³)	E=D-B	457,0	465,0	
Peso específico Bulk (base seca)	(gr/cm ³)	D/C	2,643	2,638	2,641
Peso específico Bulk (base saturada)	(gr/cm ³)	A/C	2,654	2,649	2,651
Peso aparente (base seca)	(gr/cm ³)	F/G	2,672	2,667	2,669
Absorción	(%)	$((A-D)/D) \times 100$	0,4	0,4	0,4

Fuente. Elaboración propia (Instrumento de recolección de datos)

Ensayo de Abrasión los Ángeles (ASTM – 131)

Este método se empleó para calcular las resistencias de los agregados a su desgaste irreversible y su degradación durante sus procesos de colocación en obras de pavimentación. Además durante su vida de servicio de este.

Los agregados transmitirán los esfuerzos en los puntos de contacto por donde las presiones altas actúan. Se midió la resistencia de los puntos de contacto de un desgaste del agregado.

Para este ensayo MTC E 207 se utilizó 5000 grs. de muestra y se clasificó un tipo de gradación, para poder determinar el número de esferas de acero 46.8 mm (390 y 445 gr).

Tabla 24. Gradación de muestra

Pasante	Retiene (Retenidos)	“A” (12) gr	“B” (11) gr	“C” (8) gr	“D” (6) gr
1 ½”	1”	1250 ± 25			
1”	¾”	1250 ± 25			
¾”	½”	1250 ± 10	1250 ± 10		
½”	3/8”	1250 ± 10	1250 ± 10		
3/8”	¼”			1250 ± 10	
¼”	Nº4			1250 ± 10	
Nº4	Nº8				5000 ± 10

Fuente. Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción - EGE 2013

Tabla 25. Número de esferas por método

Gradación	#Esfera	Masa de la Carga Abrasiva
A	12	5000
B	11	4584
C	8	3330
D	6	2500

Fuente: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción - EGE 2013

La gradación para la muestra fue de tipo “B” por su tamaño nominal $\frac{3}{4}'' - \frac{1}{2}''$, se colocó dicha muestra en la máquina de Los Ángeles con 11 esferas, dando 500 vueltas a 30 – 33 rpm vueltas, posteriormente se tamizó y se recolectó el peso del material triturado en el instrumento de recolección de datos. El resultado se expresó en porcentajes de desgaste entre la diferencia del peso inicial y final de la muestra que se ensayó, dividido entre su peso inicial.

$$\%Desgaste = \frac{Peso_{final} - Peso_{inicial}}{Peso_{inicial}}$$

Tabla 25. Resultados ensayo Abrasión Los Ángeles

MUESTRA	1	2
GRADACIÓN	“B”	“B”
PESO MUESTRA (Pa)	5000	5000
1 $\frac{1}{2}'' - 1''$		
1'' - $\frac{3}{4}''$		
$\frac{3}{4}'' - \frac{1}{2}''$	2500	2500
$\frac{1}{2}'' - \frac{3}{8}''$	2500	2500
$\frac{3}{8}'' - \frac{1}{4}''$	-	-
$\frac{1}{4}'' - N^{\circ}4$	-	-
$N^{\circ}4 - N^{\circ}8$	-	-
RETENIDO $N^{\circ}12$ (Pb)	4410	4421
PASA $N^{\circ}12$	590	579
% DESGASTE $((Pa - Pb) / Pa) \times 100$	11,8	11,6
PROMEDIO	11,7 %	

Fuente. Elaboración propia (Instrumento de recolección de datos)

Porcentaje de caras fracturadas agregado grueso ASTM D 5821-95

Tomando como referencia MTC E 210, el cual su propósito fue maximizar la resistencia al esfuerzo de corte; tomando como punto de partida el tamaño nominal de la muestra, este debió cumplir los porcentajes de caras fracturadas mínimos; lo cual implicaría que a más caras fracturadas se tendrá mayor adherencia con la mezcla debido a la rugosidad. Las partículas angulares e irregulares resisten en el pavimento el desplazamiento, debido a sus bordes de formas cúbicas y puntiagudas. El resultado de este ensayo, fue determinar el porcentaje en peso que presenta una, dos o más caras fracturadas de la muestra tomada.

Tabla 27. Resultados porcentaje con una cara fracturada

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	(B/A)x100	% Parcial	(Cx/D)
1 ½"	1"					
1"	¾"					
¾"	½"	494,3	494,3	100,0	44,19	44,19
½"	3/8"	324,9	324,9	100,0	29,05	29,05
3/8"	¼"	299,3	299,3	100,0	26,76	26,76
					TOTAL	100,0%

Fuente. - Elaboración propia (Instrumento de recolección de datos)

Tabla 28. Resultados porcentaje con dos o más caras fracturadas

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	(B/A)x100	% Parcial	(Cx/D)
1 ½"	1"					
1"	¾"					
¾"	½"	494,3	494,3	100,0	44,19	44,19
½"	3/8"	324,9	324,9	100,0	29,05	29,05
3/8"	¼"	299,3	299,3	100,0	26,76	26,76
					TOTAL	100,0%

Fuente. - Elaboración propia (Instrumento de recolección de datos)

La muestra presenta una buena rugosidad 100/100 para una buena adherencia, tanto para una, dos o más porcentajes caras fracturadas; lo que implicaría un buen proceso de triturado en la cantera seleccionada.

Partículas chatas y alargadas ASTM D 4791

Tomando como referencia MTC E 219, el árido no debe ser mayor de 10% de partículas chatas y alargadas según Tabla 16; en caso no se sobrepase con el porcentaje permitido 10%, no se lograría un buen compactado.

Tabla 29. *Resultados partículas chatas y alargadas*

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	(B/A)x100	%	(CxD)/100
1 ½"	1"					
1"	¾"					
¾"	½"	494,3	14,0	2,8	44,19	1,25
½"	3/8"	324,9	15,1	4,6	29,05	1,35
3/8"	¼"	299,3	13,2	4,4	26,76	1,18
					TOTAL	3,78 %

Fuente. - Elaboración propia (Instrumento de recolección de datos)

En la Tabla 29 se obtuvieron los resultados del ensayo de laboratorio, donde se obtuvo 3,78% de partículas chatas y alargadas, lo cual nos dice que es un material óptimo para la unión y la compactación.

Ensayo Pesos Unitarios (Grava triturada)

Tomando como referencia MTC E 203, estos valores son un punto de referencia para la determinación de las proporciones de los agregados, asfalto y porcentaje de vacíos para los diseños de mezcla. Se multiplicará por 1000 kg/m³ (62.4 lb/ft³) el peso específico total de la mezcla. Los valores de los pesos unitarios permiten determinar los volúmenes que podrían formar los agregados con el material que se necesite.

Tabla 30. *Resultados pesos unitarios (grava triturada)*

MUESTRA	1	2	3
Peso Material + Molde	17890,0	17850,0	17910,0
Peso Molde	4141,0	4141,0	4141,0
Peso del material	13749	13709	13769
Volumen del molde	9308,5	9308,5	9308,5
Peso Unitario	1477,0	1472,0	1479,2
PROMEDIO	1476,3 kg/m3		

Fuente. Elaboración propia (Instrumento de recolección de datos)

Tabla 31. *Resultado peso unitario compactado (grava triturada)*

MUESTRA	1	2	3
Peso Material + Molde	18600,0	18620,0	1863,0
Peso Molde	4141,0	4141,0	4141,0
Peso del material	14459	14479	14489
Volumen del molde	9308,5	9308,5	9308,5
Peso Unitario Varillado	1553,3	1555,5	1556,5
PROMEDIO	1554,4 kg/m3		

Fuente. Elaboración propia (Instrumento de recolección de datos)

Equivalente de arena ASTM D 2419

Este método se asignó un empírico valor a la cantidad relativa, característica del material fino y finura. Según las especificaciones del MTC E 514, se usó una muestra de 1500 gr que pasó por el tamiz N°4 (4,75 mm); en una probeta plástica se incorporó una medida de suelo y solución (Ca Cl₂) cloruro de calcio. Posteriormente se tomar lecturas de las alturas de arcilla y arena en dicha probeta.

Tabla 32. Resultado índice equivalente de arena

DESCRIPCIÓN		MUESTRAS	
		1	2
Tamaño máximo (pasa malla N°4)	mm	4,76	4,76
Hora de entrada a saturación		09:15	09:23
Hora de salida de saturación	(10´)	09:25	09:33
Hora de entrada a decantación		09:27	09:35
Hora de salida de decantación	(20´)	09:27	09:55
Lectura Inicial	pulg	6,4	6,5
Lectura Final	pulg	2,8	2,9
Equivalente de Arena	%	43,8	44,6
PROMEDIO		%	45,0

Fuente. Elaboración propia (Instrumento de recolección de datos)

La Tabla 32, el resultado del porcentaje de equivalente de arena de la muestra, fue de 45%, el cual no cumple con los requerimientos mínimos de la EG – 2013 (60% mín). Posiblemente por la acumulación de arcillas o limos. En dicho ensayo se pudo observar sedimentos de limo no plástico.

En la presente investigación se pretende tener un desfavorable escenario y poder evaluar el nivel de comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente con la incorporación de las cenizas de bambú. En algunas ocasiones se lava el material o se hace el cambio de cantera.

Gravedad específica y absorción del agregado fino

Según la especificación MTC E 206, una vez que el árido fino se cuarteó y secó en horno a 110 ± 5 °C un kilo de material, 500 gramos se colocaron en un frasco con 500 cm³ de agua (23 ± 2 °C) de esta forma se eliminó los vacíos saturando el material y se pesó.

Tabla 32. Resultados gravedad específica y absorción de agregado fino

AGREGADO FINO (ARENA ZARANDEADA)					
MUESTRA			1	2	PROMEDIO
Peso del mat. sat. superf. seco (en el aire)	(gr)	A	500,00	500,00	
Peso fiola + H2O	(gr)	B	697,49	697,49	
Peso fiola + H2O + material	(gr)	C=A+B	1197,49	1197,49	
Peso fiola + H2O + material sat. superf seco	(gr)	D	1009,97	1009,40	
Vol. de masa + Vol. de vacíos	(cm ²)	E=C-D	187,52	188,09	
Peso de material seco a 105 °C	(gr)	F	495,56	495,40	
Volumen de masa	(cm ³)	G=F+B-D	183,08	183,49	
Peso específico Bulk (base seca)	(gr/cm ³)	F/E	2,643	2,634	2,638
Peso específico Bulk (base saturada)	(gr/cm ³)	A/E	2,666	2,658	2,662
Peso aparente (base seca)	(gr/cm ³)	F/G	2,707	2,700	2,703
Absorción	(%)	$((A-F)/F) \times 100$	0,9	0,9	0,9

Fuente. Elaboración propia (Instrumento de recolección de datos)

El resultado en el ensayo MTC E 206 fue una absorción de 0,9% superando el límite establecido en la especificación técnica Tabla 3 (0,5% máx.). Tomando en cuenta el caso de absorción superior al límite establecido, la presente investigación se pretende tener un desfavorable escenario, y poder evaluar el nivel de comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente con la incorporación de las cenizas de bambú.

Ensayo Pesos Unitarios (Arena zarandeada)

Tabla 33. Resultados pesos unitarios (arena zarandeada)

MUESTRA	1	2	3
Peso Material + Molde	6640,0	6660,0	6650,0
Peso Molde	1824,0	1824,0	1824,0
Peso del material	4816	4836	4826
Volumen del molde	2812,6	2812,6	2812,6
Peso Unitario	1712	1719	1716
PROMEDIO	1716 kg/m³		

Fuente. Elaboración propia (Instrumento de recolección de datos)

Tabla 35. Resultados pesos unitarios (arena zarandeada)

MUESTRA	1	2	3
Peso Material + Molde	7210,0	7200,0	7200,0
Peso Molde	1824,0	1824,0	1824,0
Peso del material	5386	5376	5376
Volumen del molde	2812,6	2812,6	2812,6
Peso Unitario Varillado	1915	1911	1911
PROMEDIO	1913 kg/m3		

Fuente. Elaboración propia (Instrumento de recolección de datos)

3.4 Contenido Óptimo de Asfalto Diseño Teórico

Se desarrolló los procedimientos para determinar la gravedad específica, análisis de densidad y vacíos, prueba de estabilidad y flujo; tres pruebas que el método Marshall desarrolla. De acuerdo a sus respectivos contenidos de ligante se calcula el promedio de cada grupo de briquetas y se graficaron las curvas:

Peso Unitario (kg/m ³)	vs.	Porcentaje de asfalto
Vacíos (%)	vs.	Porcentaje de asfalto
V.M.A. (%)	vs.	Porcentaje de asfalto
V.LL.CA (%)	vs.	Porcentaje de asfalto
Polvo/Asfalto (%)	vs.	Porcentaje de asfalto
Estabilidad (kN)	vs.	Porcentaje de asfalto
Fluencia (mm)	vs.	Porcentaje de asfalto

Donde: Vacíos (%) = Vacíos de aire

V.M.A. (%) = Vacíos en el agregado mineral.

V.LL.A (%) = Vacíos llenos de asfalto

De las gráficas realizadas se determinó el contenido de asfalto; si todos los criterios se cumplen se tendrá el Contenido Óptimo de Asfalto. Una vez que se definió las combinaciones tentativas de los agregados, se procedió con el diseño tentativo de las mezclas asfálticas.

Se utilizó el método Illinois, que en base al análisis granulométrico de los áridos (MAC- 2 para este caso); calculó el contenido de asfalto residual, que al promediarlos dan el porcentaje de cemento asfáltico con respecto a la mezcla total, con el uso de las siguientes fórmulas:

$$P = 0.035A + 0.045B + kC + K$$

Donde: P = Porcentaje de cemento asfáltico respecto al peso de la mezcla.

A = Porcentaje de agregado que queda retenido en el tamiz #8 (2.36 mm)

B = (Pasante tamiz N°8(2.36 mm)) – (Pasante tamiz N°200(75µm))

C = Material pasante por el tamiz N°200 (75µm)

k = Toma los siguientes valores:

0,20= Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 varía del 11% al 15%

0,18= Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 varía del 6% al 10%

0,15= Cuando el porcentaje de agregado que pasa sobre el tamiz N°200 es menos del 0.5%

K= Varía de 0 a 2 dependiendo el grado de absorción de los pétreos.

Reemplazando los datos del análisis granulométrico de la MAC – 2 (Tabla 21), obtuvimos:

$$A = 46,6 \quad B = 49,2 \quad C = 4,3 \quad P = \text{Asfalto Teórico} = 4,6 \%$$

3.5 Diseño Marshall mezcla asfáltica convencional (Patrón)

Elaboración de especímenes

El método Marshall se aplica a mezclas asfálticas y agregados con una granulometría inferior a 25mm (1 pulg.), se utiliza para diseños en laboratorio y para controles de campo. Los especímenes estándar de prueba (briquetas) de 2,5 pulg. (63,5 mm) su altura y 4 pulg. (101,6 mm) de diámetro; con la misma granulometría y diferentes contenidos de ligante, las cuales son ensayadas en la Prensa Marshall, determinando su estabilidad y deformación.

Se elaboraron una serie de mezclas con porcentajes de cemento asfáltico variable a partir de 4,6 % a 6,1 % con incrementos de 0,5 % del mismo, para obtener de las curvas Marshall el contenido óptimo del cemento asfáltico.



Figura 13. Elaboración de la mezcla asfáltica por porcentaje de agregados

Tabla 36. *Porcentaje de materiales para la mezcla asfáltica*

% de Asfalto	4,6	5,1	5,6	6,1
Peso del asfalto (grs.)	55,2	61,2	67,2	73,2
Peso de grava (grs.)	438,8	436,5	434,3	432,0
Peso de arena zarand.(grs.)	716	712,3	708,5	704,8
Verificación Peso Briquetas (grs.)	1210,0	1210,0	1210,0	1210,0

Fuente. Elaboración Propia

Para cada porcentaje de cemento asfáltico se confeccionaron tres briquetas MTC E 504, con las dimensiones de acuerdo a lo estipulado por el procedimiento Marshall. Para la mezcla asfáltica y herramientas Marshall; se tuvo cuidado para mantener la temperatura, en el caso de los áridos 175 a 190°C en el horno y diluyendo el cemento asfáltico a 120°C. Dicha combinación o mezcla entre los áridos y el cemento asfáltico fue calentada en una estufa a 160°C. Posteriormente llevadas a molde con espátula (15 veces alrededor perímetro y 10 veces al centro) y se realizaron 75 golpes (tiempo menor a 90 segundos) a ambas caras en el proceso de compactación para cada briqueta, en total fueron 12 muestras patrón. El molde y martillo Marshall previamente estuvo calentado para dicho proceso. Finalizada la compactación con la ayuda de una gata hidráulica se procedió a retirar los especímenes compactados y dejamos secar al aire libre.



Figura 14. Elaboración de las briquetas Marshall Patrón

Ensayo Gravedad específica teórica máxima (Muestra Patrón)

Con este ensayo se definió las características del bitumen; el porcentaje de vacíos (% Vacíos) es la proporción que existe entre la gravedad específica teórica máxima y la gravedad específica de la mezcla asfáltica compactada.

Una muestra de bitumen suelta por cada porcentaje de ligante, secada al horno y pesado previamente se coloca en el frasco de vacío. Se agrega agua 25°C hasta sumergir la muestra, posteriormente se aplicó gradualmente vacío reduciendo la presión residual del frasco a 30,0 mm de Hg durante 20 minutos.

Tabla 37. Resultados de ensayo gravedad específica (muestra patrón)

MUESTRA N°		01	02	03	04
Peso del frasco	A	6047,0	6047,0	6047,0	6047,0
Peso del frasco+agua+vidrio	B	8198,0	8198,0	8198,0	8198,0
Diferencia del peso	C=D-E	7713,0	7709,0	7703,0	7700,0
Peso del frasco+muestra+agua	D	8909,0	8906,0	8899,0	8895,0
Peso neto de la muestra	F	1196,0	1197,0	1196,0	1195,0
Agua desplazada	G=B-C	485,0	489,0	495,0	498,0
Peso específico máximo de la muestra	F/G	2,466	2,448	2,416	2,400
Contenido % C.A.		4,60	5,10	5,60	6,10

Fuente. Elaboración propia (Instrumento de recolección de datos)



Figura 15. Bomba de vacíos y densidad mezcla suelta

Ensayo Índice de Compactabilidad

Su procedimiento fue similar al procedimiento de la mezcla asfáltica en caliente (patrón) usando también el aparato Marshall, con su diferencia en el número de golpes 5 y 50 golpes; este ensayo se finalizó con la determinación de las densidades compactadas con 5 y 50 golpes.

$$\text{Índice de Compactabilidad} = IC = \frac{1}{GEB_{50} - GEB_5}$$

Donde: GEB_{50} y GEB_5 = gravedades específicas Bulk de las briquetas

Tabla 38. Resultado índice de compactibilidad

N° DE MUESTRA	01	02	03	04
N° de Golpes Marshall	50	50	5	5
Peso Briqueta al Aire	1183,0	1185,1	1186,6	1184,9
Peso Briqueta Saturada con Sup. Seca	1190,6	1192,2	1205,5	1204,6
Peso por Desplazamiento	659,4	662,9	632,5	624,9
Volumen de la Briqueta	531,2	529,3	573,0	579,8
Peso Unitario (gr/cm ³)	2,227	2,239	2,701	2,044
PROMEDIOS	2,333		2,057	
	IC= 1/(GEB(50)-GEB(5))		5,69	

Fuente. Elaboración propia (Instrumento de recolección de datos)

Ensayo de Resistencia Conservada

Una vez enfriado los especímenes a temperatura ambiente, se realizó el ensayo Bulk según especificaciones del MTC E 514 sin parafina, si es que el porcentaje es menor al 2% de agua absorbida.

Se sumergió los especímenes en agua a 25 °C por 4 ± 1 minuto, pesamos espécimen sumergido en agua con peso C. Luego secamos con una franela húmeda la superficie del espécimen con peso B; finalmente se llevó estos, a horno con temperatura de 110± 5°C por aproximadamente 15 a 24 horas, retiramos y dejamos enfriar y se tomó peso A.

Para el cálculo del peso específico aparente (Peso específico Bulk) se tomó la siguiente fórmula:

$$\text{Peso específico aparente (Bulk)} = \frac{A}{B - C}$$

Donde: A=Peso espécimen seco en aire (g)

B=Peso en el aire espécimen saturado con superficie seca (g)

C=Peso espécimen sumergido agua (g)

B-C=Peso volumen agua (25 °C)

$$\text{Peso unitario} = \text{peso específico aparente} \times 0,997 \text{ gr/cm}^3$$

Donde: $0,997 =$ peso unitario del agua en gr/cm^3 a 25°C

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{0,785d^2a}$$

Donde: $A =$ peso del espécimen en aire (g)

$d =$ diámetro de la briqueta (cm)

$a =$ altura de la briqueta (cm), $0,785 = \frac{\pi}{4}$

Lo realizamos con los datos de la densidad Bulk y el peso específico máximo teórico

$$\% \text{ vacíos de aire} = 100 \left(1 - \frac{G_{mb}}{G_{mm}} \right)$$

Donde: $G_{mb} =$ Peso específico Bulk

$G_{mm} =$ Peso específico máximo teórico

$$\text{Porcentaje agregados} = V_{am} = 100 - \%V_{agr}$$

Donde: $\%V_{agr} =$ % volumen de agregados

$$\text{Volumen efectivo asfalto} = V_{ea} = 100 \times \frac{V_a}{V_{am}}$$

Donde: $V_a =$ volumen de asfalto

$V_{am} =$ vacíos en agregados

Tabla 39. Resultado Resistencia Conservada

N° DE PROBETAS	GRUPO SECO		GRUPO HÚMEDO	
	01	02	03	04
Diámetro	10,15	10,17	10,15	10,15
Espesor	6,69	6,71	6,70	6,73
Contenido de Cemento Asfáltico	5,80	5,80	5,80	5,80
Peso Probeta al Aire	1194,0	1196,6	1197,6	1196,1
Peso de la Probeta Saturada (01 hora)	1199,6	1201,7	1203,5	1204,8
Peso Probeta en el Agua	666	668	670	670
Volumen de la Probeta	533,4	533,4	533,7	534,8
Peso Específico Bulk de la Probeta	2,238	2,243	2,244	2,236
% de Vacíos	7,4	7,2	7,1	7,4
Estabilidad sin corregir	266	263	199	196
Resistencia a la compresión	2,5	2,5		
Resistencia retenida	75	74		
Promedio Estabilidad (30') kg	251			
Promedio Estabilidad (24 horas) kg			200	
Resistencia Conservada (%)			80	

Fuente. Elaboración propia (Instrumento de recolección de datos)

La resistencia a la tracción indirecta o resistencia conservada del diseño patrón, cumple el mínimo requerido para la especificación técnica EG-2013 sección 423 (mín. 80%).



Figura 16. Saturación y densidad Bulk mezcla compactada

Ensayo de estabilidad y flujo

Se analizaron al día siguiente luego de haber elaborado las probetas para realizar el ensayo de estabilidad, sumergiéndose las 12 probetas en un baño maría a temperatura $60\text{C}^{\circ} \pm 5$ por espacio de 30 a 40 minutos. Los moldes fueron sostenidos por mordazas semicirculares (21,2 y $38,8\text{ }^{\circ}\text{C}$) para ser llevados a la máquina Marshall, la cual aplicó una carga vertical con una rapidez de 50,8 mm por minuto, hasta su rotura y anotamos el valor máximo de la carga.



Figura 17. Baño maría y uso de prensa Marshall

El resumen de los resultados de las características volumétricas y mecánicas de las tentativas de diseño realizadas, se puede ver en el siguiente cuadro:

Tabla 39. Resultados características volumétricas y mecánicas

% C.A.	4,6	5,1	5,6	6,1
P.U. BRIQUETA	2,255	2,285	2,309	2,306
VACÍOS	8,6	6,7	4,5	3,9
V.M.A.	17,9	17,2	16,8	17,3
V.L.L.A	52,1	61,3	73,5	77,5
POLVO / ASF.	1,0	1,1	1,3	1,4
FLUJO	12,0	13,0	13,3	14,0
ESTABILIDAD	1448,4	1740,6	1765,8	1744,7

Fuente. Elaboración Propia

De las tentativas de la mezcla asfáltica en caliente para el diseño teórico MAC – 2, el cual cumplió los parámetros volumétricos exigidos por las especificaciones técnicas, vistas en las Figuras siguientes:

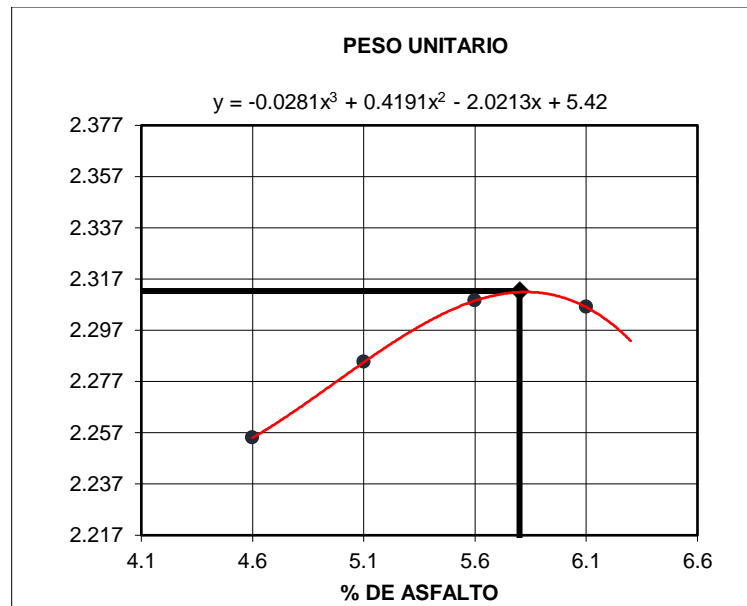


Figura 18. Curva Peso Unitario

Interpretación. - Se determinó multiplicando por 1000 kg/m³ (62.4 lb/ft³) el peso específico total de la mezcla. Para obtener un duradero rendimiento del pavimento se debió contar con una alta densidad según la curva con 5,8% de ligante; siendo este un punto de referencia en la determinación de las proporciones de los áridos, ligante y vacíos que fueron usados en los métodos de diseño.

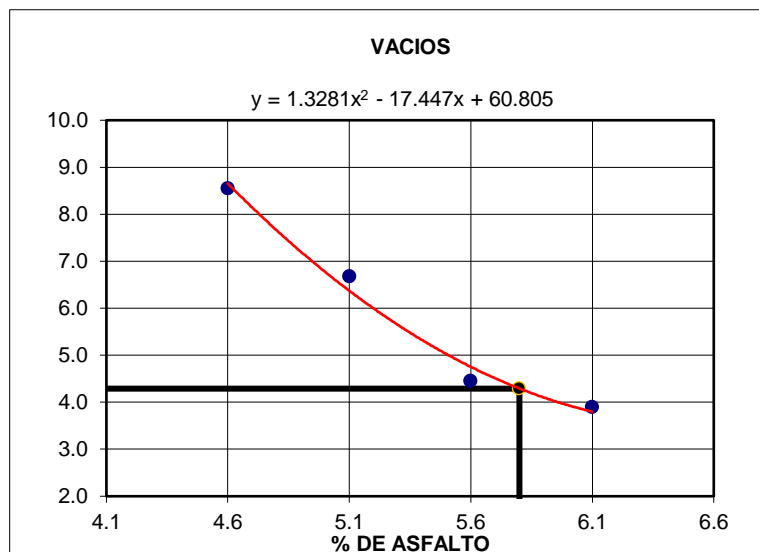


Figura 19.- Curva de Vacíos

Interpretación. - Para que un pavimento asfáltico tenga durabilidad, está en función a su contenido de vacíos (que tan permeable será la mezcla).

Para el caso de tener un alto contenido de vacíos, genera cavidades a través de la mezcla; que causan deterioros por acción del agua y el aire; caso contrario, un contenido de vacíos demasiado bajo puede producir exudación en el asfalto (fuera de la mezcla hacia la superficie). Un valor promedio para ambas situaciones sería 5,8% de ligante.

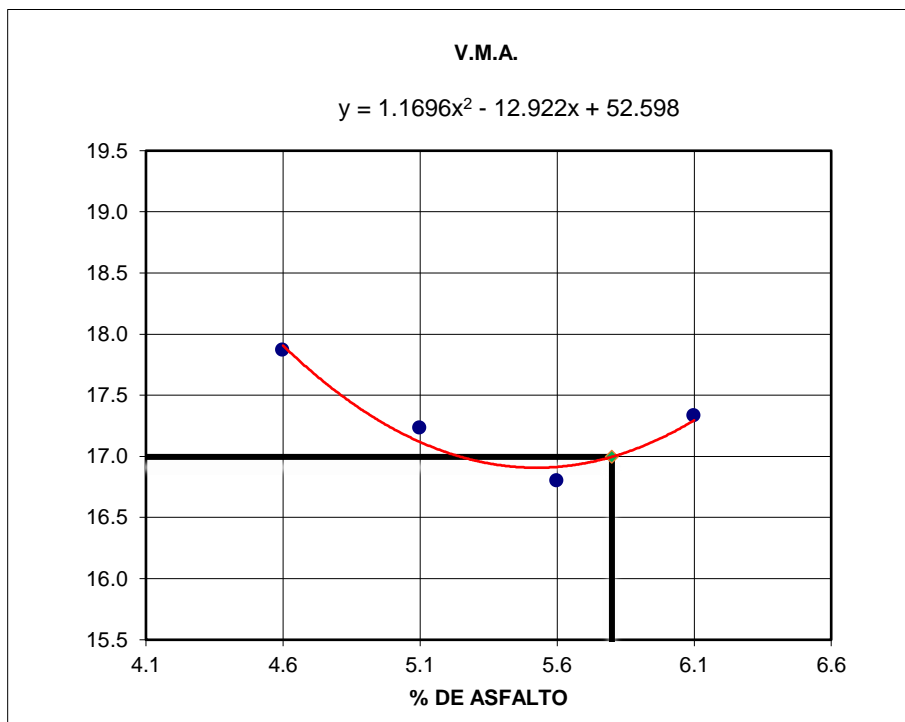


Figura 20. Curva de vacíos en el agregado mineral

Interpretación.- los vacíos son el espacio intergranular entre sus partículas del árido de la mezcla compactada, que se incluye el contenido efectivo de ligante y vacíos de aire; expresados en la mezcla como un porcentaje del volumen total. Para su cálculo se tomó como base el peso específico total del árido.

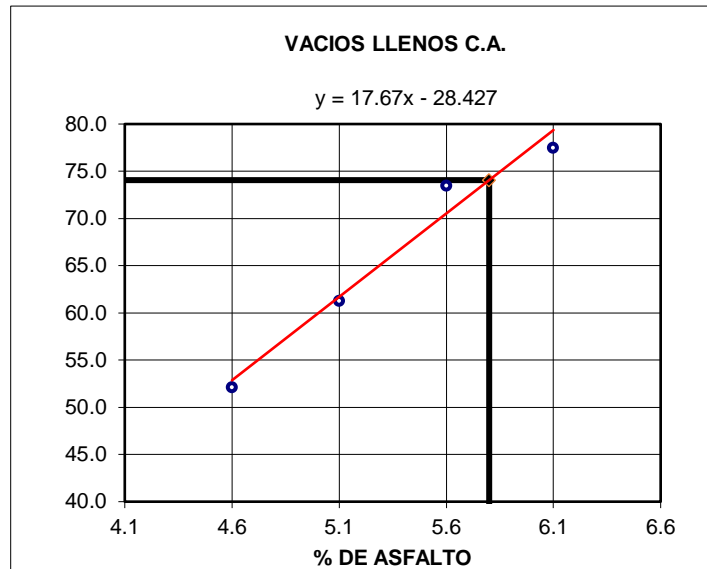


Figura 21. Curva de vacíos llenos de asfalto

Interpretación.- Porcentajes de vacíos intergranulares entre las partículas de agregado mineral que se encuentran llenos de ligante. El vacío de agregado mineral abarca ligante y aire, el vacío lleno de asfalto se calcula al restar los vacíos de aire de agregado mineral y luego dividiendo por el vacío del agregado mineral, expresando el valor final como un porcentaje.

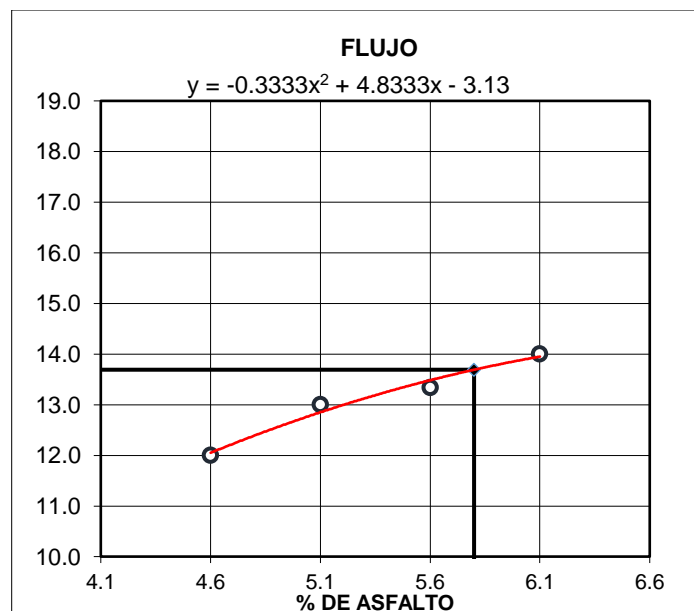


Figura 22. Curva de flujo o deformación

Interpretación.- Para las mezclas con valores bajos de fluencia y valores muy altos de estabilidad son consideradas demasiado frágiles y rígidas para un pavimento en servicio.

Aquellas que tienen valores altos de fluencia son consideradas demasiado plásticas y tiene tendencia a deformarse bajo las cargas de tránsito.

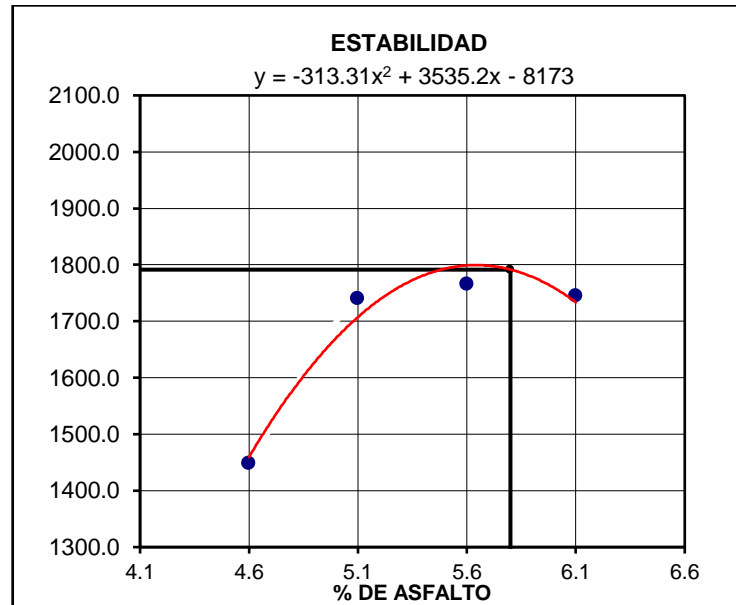


Figura 23. Curva de estabilidad

Interpretación.- Si incorporamos ligante no supone un aumento significativo de la cohesión, sino al separarse los áridos disminuyen muy apreciablemente el rozamiento interno y por lo tanto la resistencia global de la mezcla.

Verificación del diseño teórico con el óptimo contenido de asfalto

Se consideró los resultados de la metodología Marshall obtenidos y las condiciones medio-ambientales en las que se va a trabajar la mezcla asfáltica, se propuso en peso el siguiente diseño teórico para la mezcla asfáltica en caliente, considerando el 100 % como la suma de todos los componentes: grava, arenas y cemento asfáltico, la misma que es:

% Óptimo de Asfalto	PEN 60/70	5,8%
Grava triturada	(Cantera Jicamarca)	38,0 %
Arena zarandeada	(Cantera Jicamarca)	62,0 %

Gradación MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)"

En cuanto a los parámetros volumétricos (peso específico Bulk, % de vacíos, V.M.A y V.LL.A) y mecánicos (Estabilidad, Flujo e Índice de Rigidez, Índice de Compactibilidad, Estabilidad Retenida); los resultados del diseño teórico propuesto se pueden ver en el siguiente cuadro, que cumplen con las especificaciones técnicas:

Tabla 40. *Porcentaje óptimo según curvas Marshall*

% C.A.	5,6	5,8	6,0
P.U. BRIQUETA	2,309	2,312	2,310
VACÍOS	4,8	4,3	3,9
V.M.A.	16,9	17,0	17,2
V.LL.A	70,5	74,1	77,6
POLVO / ASF.	1,3	1,3	1,4
FLUJO	13,5	13,0	13,9
ESTABILIDAD	1798,7	1791,4	1759,0

Fuente. Elaboración propia

Tabla 41. *Verificación del óptimo según las especificaciones técnicas*

PARÁMETROS DE DISEÑO		- 0.2 %	% ÓPTIMO	+0.2 %	ESPECIFICACIÓN EG 2013
GOLPES	Nº		75,0		75
CEMENTO ASFÁLTICO	%	5,60	5,80	6,00	
PESO UNITARIO	kg/m ³	2,309	2,312	2,310	
VACIOS	%	4,8	4,3	3,9	3 - 5
V.M.A.	%	16,9	17,0	17,2	
V. LL.C.A.	%	70,5	74,1	77,6	
POLVO / ASFALTO	%	1,3	1,3	1,4	0,6 – 1,3
FLUJO	mm	13,5	13,7	13,9	8 - 14
ESTABILIDAD	kN	18,0	17,9	17,6	8,15
ESTABILIDAD/ FLUJO	kg/cm	5335,8	5233,9	5072,6	1700 - 4000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Mpa		2,5		2,1
RESISTENCIA RETENIDA	%		75		75

3.6 Diseño Mezcla Asfáltica en Caliente incorporando cenizas de bambú

Se realizó este ensayo utilizando el contenido de asfalto óptimo que se determinó en el diseño de mezcla convencional, sustituyendo la arena zarandeada con la ceniza de bambú en

diferentes porcentajes (1,0%, 2,0% y 3,0%), en total fueron 9 especímenes que se elaboraron, los ensayos se realizaron de manera análoga a la mezcla patrón.

Mezcla de agregados (Dosificación)

		N°01	N°02	N°03	N°04
Grava triturada	Cantera “Jicamarca”	38,0%	38,0%	38,0%	38,0%
Arena zarandeada	Cantera “Jicamarca”	62,0%	61,0%	60,0%	59,0%
Filler	Ceniza de bambú	0%	1,0%	2,0%	3,0%
Gradación	MAC-2 “Especificación técnica MTC EG-2013 Sección 423”				



Figura 24. Mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú



Figura 25. Especímenes Marshall, baño maría y ensayo de estabilidad/flujo

Tabla 43. Verificación del óptimo incorporando cenizas de bambú

Comparativos de parámetros variando % de cenizas de bambú		N°01	N°02	N°03	N°04	Especificación EG 2013
		Ceniza de bambú 0.0%	Ceniza de bambú 1.0%	Ceniza de bambú 2.0%	Ceniza de bambú 3.0%	
GOLPES	N°	75.0	75.0	75.0	75.0	75
CEMENTO ASFÁLTICO	%	5.80	5.80	5.80	5.80	
PESO UNITARIO	kg/m ³	2.312	2.329	2.345	2.329	
VACIOS	%	4.3	3.9	2.6	2.2	3 - 5
V.M.A.	%	17.0	16.4	15.2	15.2	
V. LL.C.A.	%	74.1	76.3	83.1	85.3	
POLVO / ASFALTO	%	1.32	1.29	1.30	1.34	0.6 - 1.3
FLUJO	mm	13.7	14.0	13.7	13.7	8 - 14
ESTABILIDAD	kN	17.9	10.5	15.8	14.1	8,15
ESTABILIDAD/ FLUJO	kg/cm	5233.9	3002.8	4625.5	4136.1	1700 - 4000

Ensayo Gravedad específica teórica máxima (% Cenizas de bambú)

Análogamente con el procedimiento de la mezcla asfáltica patrón, se tomaron 3 muestras sueltas con los distintos porcentajes de ceniza de bambú (1%,2% y 3% respectivamente).

Tabla 44. Resultados gravedad específica teórica máxima (% ceniza de bambú)

MUESTRA N°		Ceniza de bambú 1.0%	Ceniza de bambú 2.0%	Ceniza de bambú 3.0%
Peso del frasco	A	6047,0	6047,0	6047,0
Peso del frasco+agua+vidrio	B	8198,0	8198,0	8198,0
Diferencia del peso	C=D-E	7700,0	7695,0	7690,0
Peso del frasco+muestra+agua	D	8907,0	8906,0	8900,0
Peso neto de la muestra	F	1207,0	1211,0	1210,0
Agua desplazada	G=B-C	498,0	503,0	508,0
Peso específico máximo de la muestra	F/G	2,424	2,408	2,382
Contenido % C.A.		5,80	5,80	5,80

Fuente: Elaboración propia

Comparación estadística de las mezclas asfálticas

Se compararon los resultados de la mezcla asfáltica convencional y la mezcla asfáltica incorporando cenizas de bambú (distintos porcentajes), los cuales cumplieron los parámetros

volumétricos exigidos por las especificaciones técnicas, se representaron en las Figuras siguientes:

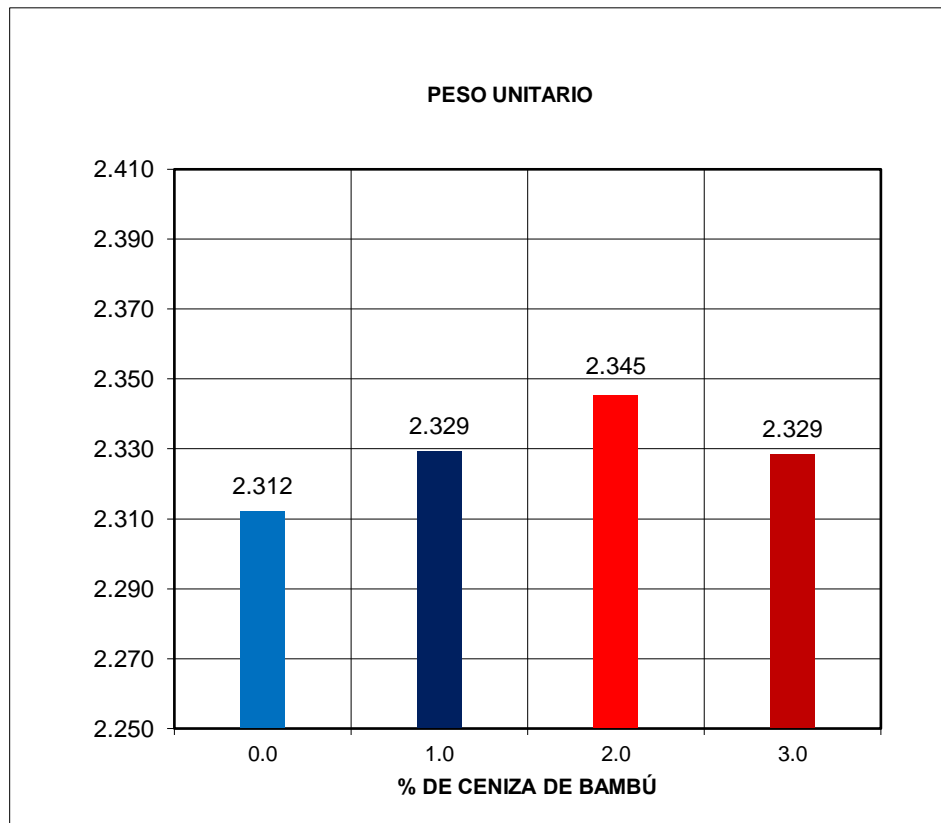


Figura 26. Peso unitario vs % ceniza de ceniza de bambú

Interpretación.- Cuando incorporamos el porcentaje de ceniza de bambú (1% y 2%), éstos ocupan los huecos del árido y para que la densidad aumente el peso específico del ligante es superior al del vacío; pero decrece cuando se produce un aumento al llegar a 3%, debido a que las partículas del árido son separadas por la cenizas y su peso específico de éste es inferior al de los áridos.

Para obtener un pavimento con rendimiento duradero se deberá contar con una alta densidad en la mezcla, según el gráfico de barras de la Figura 26; a partir de 1,0% hasta 2,0% de incorporación de cenizas de bambú en la mezcla asfáltica en caliente es la mejor opción.

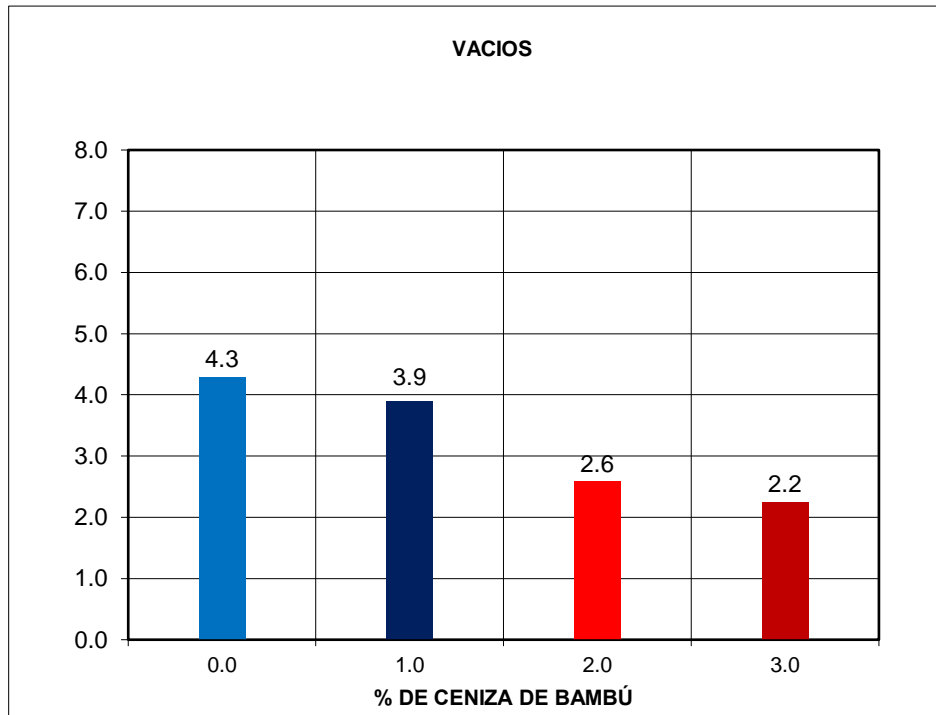


Figura 27. % Vacíos vs % Ceniza de ceniza de bambú

Interpretación.- Para que un pavimento asfáltico tenga durabilidad, está en función a su contenido de vacíos (que tan permeable será la mezcla).

Para la muestra patrón (0% de ceniza de bambú), presentó el mayor porcentaje de vacíos pero se encuentra entre 3 y 5% el intervalo permitido en la especificación técnica; para 2% y 3% sus resultados están por debajo de este intervalo (suscitarían deterioro con ingreso de agua y aire).

Un valor promedio sería la incorporación de 1% de ceniza de bambú, nos proporcionaría fluidez del asfalto durante su proceso de compactación.

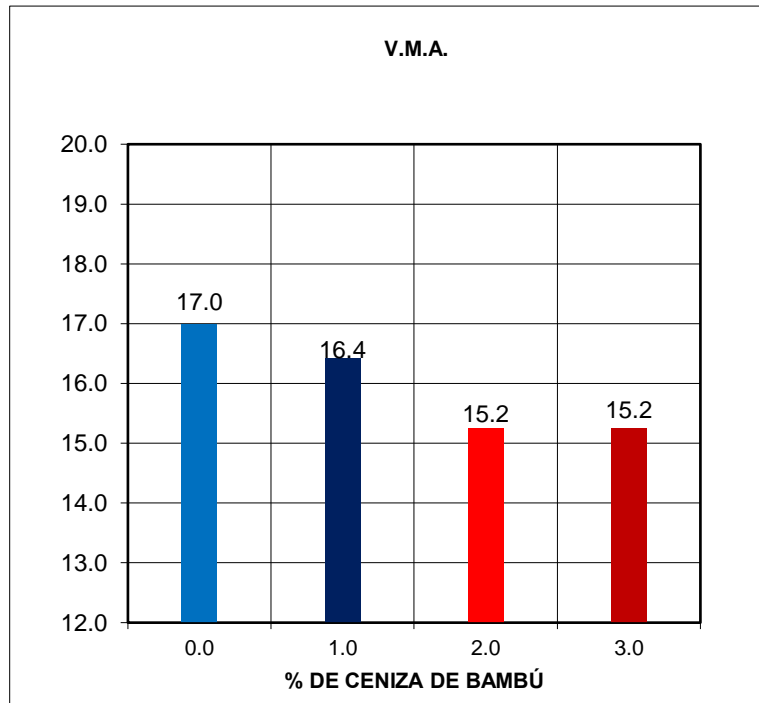


Figura 28. V.M.A. vs % Ceniza de ceniza de bambú

Interpretación.- El V.M.A. es la suma de los huecos en la mezcla y los huecos ocupados por el ligante (% de ceniza de bambú). A medida que se incrementa dicho porcentaje disminuye los vacíos de la mezcla, el ligante se adhiere más al árido, lográndose formar un durable espesor a la película del ligante, evitando desprendimiento de los áridos.

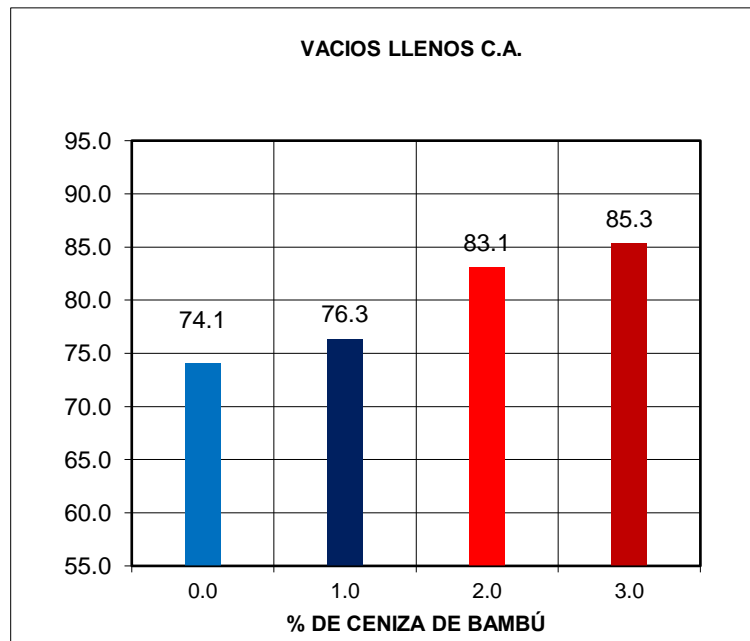


Figura 29. Vacíos llenos C.A. vs % Ceniza de ceniza de bambú

Interpretación.- De la Figura 29 se observa que aumentando el porcentaje de cenizas de bambú, el porcentaje de vacíos llenos con asfalto también aumenta, obteniéndose una película más gruesa y durable de asfalto.

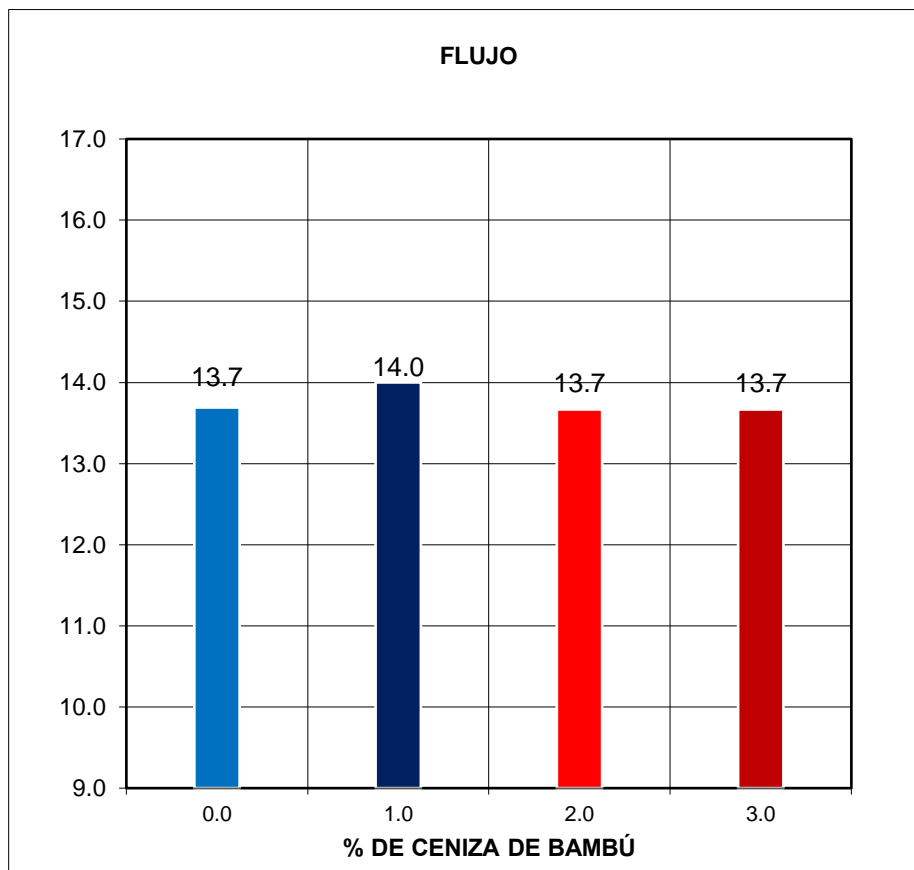


Figura 30. Flujo vs % Ceniza de ceniza de bambú

Interpretación.- Si los valores de fluencia y estabilidad son muy altos, se consideraran mezclas demasiado frágiles y rígidas para un pavimento en servicio. Si superan los límites establecidos por la especificación técnica (valores altos de fluencia) con tendencia a la deformación bajo cargas de tránsito (muy plásticas).

Según la Figura 30 los valores obtenidos están dentro de los parámetros establecidos para cualquier porcentaje de ceniza de bambú, a partir de 2% se vuelve estacionario su promedio.

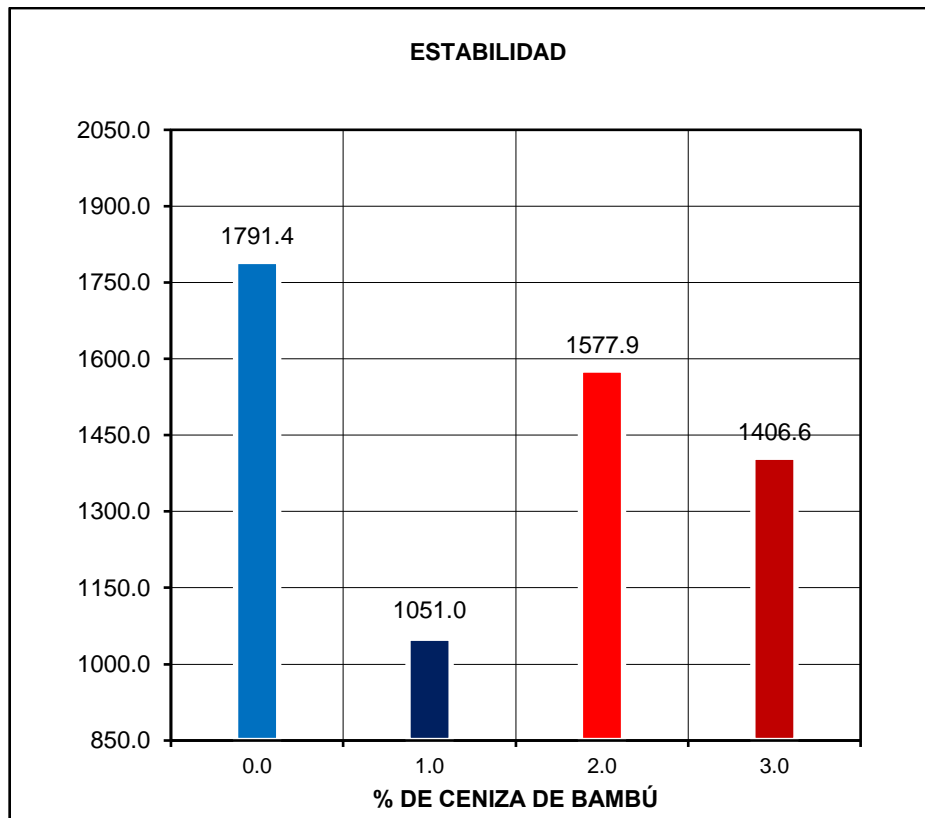


Figura 31. Estabilidad vs % Ceniza de ceniza de bambú

Interpretación.- Cuando incrementamos 1% de ceniza de bambú la estabilidad decae, no supone un aumento de la cohesión (pierde rozamiento interno y su resistencia global), recuperándose positivamente con un 2% y con tendencia decreciente nuevamente en 3%. Sin embargo, estos resultados se mantienen por encima del mínimo permitido; siendo el 1% de ceniza de bambú lo óptimo.

IV. DISCUSIÓN

H1. “La incorporación de la ceniza de bambú influye de manera positiva en el comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente”.

Según los resultados obtenidos (Goncalves, 2017) si guardan relación con mis resultados porque la mezcla asfáltica en caliente con incorporación de cenizas de bambú según los resultados de los ensayos de laboratorio mejoran la fluencia, los porcentajes de vacíos y mantiene la estabilidad dentro de los parámetros establecidos. Según la tesis el autor menciona que incorporando materiales desechados que pueden ser usados en las carpetas de rodadura se realizaron mejoras en los comportamientos físicos - mecánicos de la mezcla cuyos resultados de laboratorio están dentro de las normas del Departamento Nacional de Infraestructura y Transporte Brasileiro

H2. “La incorporación de la ceniza de bambú influye de manera positiva en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente”.

Según los resultados obtenidos (Vega, 2016) guardan relación entre ambas mezclas asfálticas patrón, de las cuales obtienen la mayor estabilidad; una vez modificada esta mezcla con la incorporación tanto de la ceniza de bambú como la del caucho reciclado la estabilidad decae con el incremento de 1%, esta a su vez sigue aumentando con la incorporación de 2% de ceniza de bambú y cumple con los parámetros establecidos; pero no sucede igual con el caucho que no cumple con las especificaciones dadas.

H3. “La incorporación de la ceniza de bambú influye de manera positiva en el flujo de la mezcla asfáltica en caliente”.

Según los resultados obtenidos (Aulestia y Chávez, 2017), si guardan relación con mis resultados porque ceniza de bambú si influye el flujo de la mezcla asfáltica en caliente, ya que utilizando un porcentaje de 5,8% de asfalto y 1% de ceniza de bambú incrementa el flujo a 14 mm; con respecto a la citada tesis con un 6,2% de asfalto y 5% de polímero hay un incremento de su flujo de 11 a 14,3 mm dentro de sus parámetros permitidos según su norma MTOP.

H4. “La incorporación de la ceniza de bambú influye de manera positiva en el porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica en caliente”.

Según los resultados obtenidos (Dávalos, 2015) si guardan relación con mis resultados porque la mezcla asfáltica en caliente con 5,8% de asfalto e incorporando la ceniza de bambú en 1% disminuye en 3,9% su porcentaje de vacíos, este valor se encuentra dentro de las especificaciones técnicas permisibles. Según la tesis citada la mezcla asfáltica en caliente con 5,3% de ligante y 40% en peso de poliestireno expandido obtuvo 4,82% de vacíos. Estos valores permitirán a la mezcla fluidez al asfalto durante su proceso de compactación.

V. CONCLUSIONES

La mezcla asfáltica convencional se diseñó con 38% de grava triturada TMN ½”, 62% de arena zarandeada y 5,8% de asfalto PEN 60/70. Mientras que la mezcla asfáltica modificada se diseñó con 38% de grava triturada TMN ½”, 61% de arena zarandeada, 1% de ceniza de bambú y 5,8% asfalto PEN 60/70. La ceniza de bambú fue tamizada por el tamiz N°10, no teniendo bibliografía al respecto.

Incorporando 1% de ceniza de bambú como filler y variando de 62% a 61% la arena zarandeada, la estabilidad de la mezcla asfáltica modificada de 17,9 KN decae a 10,5 KN.

Incorporando 1% de ceniza de bambú, la relación Polvo/Asfalto mostro una mejora, disminuyó de 1,32% a 1,29% siendo valor máximo de acuerdo a la especificación técnica. Nos aporta una buena rigidez para la carpeta de rodadura, lo que supondría una mayor resistencia a las deformaciones plásticas, pero con menos resistente a la fatiga (carpeta menos flexible).

De la relación Polvo/Asfalto con 1,29% es un valor máximo de acuerdo al intervalo especificado, nos da una buena rigidez para la carpeta de rodadura, supondría una mayor resistencia a las deformaciones plásticas, pero menos resistente a la fatiga (carpeta menos flexible).

Incorporando 1% de cenizas de bambú, se obtuvo un incremento de 0,3% en su flujo de 13,7mm a 14,0mm y porcentaje de vacíos de 4,3% a 3,9% disminuyendo 10%; en cuanto a la estabilidad con 1% de incorporación de ceniza disminuyo 41% con relación al diseño patrón. Con 2% de cenizas su estabilidad disminuyó 12% viéndose una recuperación, sin embargo su flujo y porcentaje de vacíos no cumplen las especificaciones para porcentajes mayores de 1%.

La no adecuada selección y caracterización física-mecánica del agregado fino, 45% con respecto al equivalente de arena por presencia de limos y arcillas, además de una alta absorción 0,9% influiría de manera negativa en la estabilidad de la mezcla asfáltica.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda sobre el diseño propuesto (38% grava triturada, 61% arena zarandeada, 5,80% asfalto PEN 60/70 y 1% ceniza de bambú) realizar ensayos de desempeño de la mezcla, porque la carpeta de rodadura no solamente sufre cargas verticales directas (Método Marshall).

Se recomienda para el proceso de incineración del bambú, los culmos o tallos ser triturados como aserrín y posteriormente llevados a mufla, a temperatura superior a 800°C y no mayor a 1000°C, lo que mejoraría las propiedades de la sílice y no se tendría desperdicios que no son retenidos por el tamiz N°10.

Es necesario en todo momento seguir lo establecido en los parámetros y especificaciones técnicas en cuanto a los equipos, procedimientos y materiales de laboratorio. Para los ensayos de la mezcla asfáltica en caliente es importante tener una adecuada temperatura de los agregados, ligantes y equipos en todo momento.

Es recomendable seguir usando el método Marshall por la cantidad de investigación que se han utilizado este método y nos dan un lenguaje común con otras investigaciones. Seguir haciendo investigaciones modificando la mezcla asfáltica con productos desechados por la industria, comercio, construcción entre otros que perjudican el medio ambiente.

Es necesaria la adecuada selección y caracterización física-mecánica de los agregados gruesos y finos, para permitir obtener ensayos favorables en el diseño asfáltico con el método Marshall y cumplir satisfactoriamente con los requisitos para mezcla de concreto bituminoso exigidos en la EG-2013.

REFERENCIAS

ALARCÓN Alfredo. Comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente, empleando cal, en los aeropuertos del sur del Perú. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Juliaca – Perú: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Facultad de Ingeniería 2016.

AULESTIA Shane y CHAVEZ Samuel. Comparación de propiedades y características mecánicas entre una mezcla asfáltica en caliente normal y una mezcla asfáltica en caliente modificada con polímeros (tapas plásticas de botellas) por vía seca. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Facultad de Ingeniería 2017.

BERNAL Torres, Cesar Augusto. 2006. Metodología de la Investigación. México: PEARSON, 2006.

BHAVNA Sharma. Seismic performance of bamboo structures. B.Arch., State University of New York at Buffalo, 2001

CARDONA David. Caracterización de la Ceniza de hojas de bambú y su influencia como material puzolánico en el concreto. Tesis (Título de Maestro en ingeniería Civil). Universidad EAFIT. Medellín – Colombia, 2013.

CHEN, Qin, et al, 1985. La composición química de diez especies de bambú. Academia China de Ciencias Forestales, Beijing, China; Centro de Investigación de Desarrollo Internacional, Ottawa, Canadá. pp. 110-113.

DICCIONARIO DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN. [En línea] Parro. [Citado el: 10 de Setiembre de 2016.] <http://www.parro.com.ar/index.php>.

DICCIONARIO DE LA REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Diccionario de la lengua española. [En línea] [Citado el: 28 de Agosto de 2016.] <http://dle.rae.es/?w=diccionario>.

EGG, Ezequiel Ander. 2011. Nociones básicas para la investigación social. Primera. Córdoba: Brujas, 2011. págs. 42-43. ISBN: 978-987-591-271-7.

ESPINOZA Paola y VILDOSO Julio. Estudio de la técnica del reciclado con asfalto espumado en las carreteras la Oroya – Chicrín – Huánuco – Tingo María – dv. Tocache y Conococha – Yanacancha. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima – Perú: Universidad Ricardo Palma. Facultad de Ingeniería 2014.

FREIRE Karlenn. Uso de vidrio molido en las mezclas asfálticas, con el propósito de reducir la contaminación. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Facultad de Ingeniería 2018.

GONCALVES Rodolfo. Caracterização de concreto asfáltico elaborado com rejeitos de minério de ferro do quadrilátero ferrífero. Universidad Federal OURO PRETO 2017.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, Fernando Collado, Roberto y Baptista Lucio, Pilar. 2014. Metodología de la Investigación. 4ta ed. México D.F.: MC Graw Hill Education, 2014. ISBN: 970-10-5753-8

JANSSEN Julius. Bamboo in building structures. Edit: Diseratatie rukkerij 1967

LIESE, W. 1980. La preservación de los bambúes. En: (G. Lessard y A. Chouinard, eds). Investigación de bambú en Asia. IDRC, Canadá. p. 165-172. LIESE, W., y RFA Hamburgo. 1987. La investigación sobre el bambú, SCI, madera, Technol p. 189-209.

LIESE, W. 1987. Anatomía y propiedades de bambú. Academia China de Ciencias Forestales, China y el Centro de Investigación de Desarrollo Internacional de Canadá. p. 196-208.

LIESE, W. y G. Weiner. 1997. Las modificaciones de estructuras de bambú escombreras debido al envejecimiento y las heridas. En: (G. Chapman, eds.). Linnean Society, Londres. p. 313-322.

LLANOS Juanita. Evaluación del diseño de mezclas asfálticas de tipo superior con empleo de agregados altamente absorbentes. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima – Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería 2008.

LOZANO Sandra. Asfaltos modificados con PVC con reciclado de cables. Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería 2005.

MARTINEZ Dongo, Robert Emilio. Empleo del polímero SBR en la fabricación de mezclas asfálticas para zonas de altura. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima – Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería 2003.

MATHEW, G. y KSS Nair. 1990. Plagas de almacenamiento de bambúes en Kerala. En: (R. Rao, R. Gnanaharan, y CB Sastry, Eds.). Bambúes: la investigación actual. IV. Proc. Taller Internacional de bambú, KFRI / IDRC p.212-214.

MENDOZA Castillo. 2014. SlideShare. [En línea] PowerPoint, 8 de Octubre de 2014. [Citado el: 11 de Noviembre de 2016.] <http://es.slideshare.net/JoseMendozaCastillo/12-instrumentos-de-recoleccion-dedatos>

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. 2016. Manual de Ensayo de Materiales. LIMA: s.n., 2016.

MONTEJO, A (2002). Ingeniería de Pavimentos para Carreteras tomo 1, Bogotá. D.C.: Editorial y publicaciones. <https://www.youtube.com/watch?v=mrAsbWpNlaw>.

ORDOÑEZ Adelaida. Comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente, empleando cal, en los aeropuertos del sur del Perú. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima – Perú: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Facultad de Ingeniería 2016.

OSPINO Jairo. 2004. Metodología de la Investigación. Colombia: EDUCC, 2004.

PEREDA Danfer y CUBAS Nahun. Investigación de los asfaltos modificados con el uso de caucho reciclado de llantas y su comparación técnico-económico con los asfaltos convencionales. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Trujillo – Perú: Universidad Privada Antenor Orrego. Facultad de Ingeniería 2015.

PRECIADO Carlos y SIERRA Carlos. Utilización de fibras desechas de procesos industriales como estabilizador de mezclas asfálticas SMA. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ingeniería 2013.

QUIROLA Daniela y REINOSO María. Mejoramiento de las características físicas y mecánicas de mezclas asfálticas en frío, mediante la adición de porcentajes de asfier 211 y 240 en el agua de pre-envuelta. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Facultad de Ingeniería 2017.

RAHMAN, JAIS, AHMAD y ROSLI .Bamboo leaf ash as the stabilizer for soft soil treatment. Faculty of Civil Engineering, Universiti Teknologi MARA, Malaysia 2017.

RODRIGUEZ Reiner. El bambú como refuerzo en materiales compuestos para la construcción. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas Facultad de Construcciones 2017.

SHENG Yanping, ZHANG Ben, YAN Yu, LI Haibin , CHEN Zhangjing. Research Laboratory on the use of bamboo fiber in asphalt mixtures for a improved performance. Diario árabe de Ciencia e Ingeniería (2018) p. 4629 - 4638

SOUZA Luzilene, PIRES Marlos, MOREIRA Gleisy, FRANCI Rose 2018. Utilização de resíduos de borracha de recauchutagem de pneus na composição de asfalto. RCT Revista de Ciencia y Tecnología <https://revista.ufr.br/rct/article/view/4950>

USQUIANO Iván, Villarreal Juan. Diseño de una mezcla asfáltica tibia con aceite crudo de palma. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Pimentel – Perú: Universidad Señor de Sipán. Facultad de Ingeniería 2016.

VEGA Danilo. Análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constitutivo del pavimento asfáltico. Universidad Técnica de Ambato-Ecuador. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

XU Yang. La Evaluación de laboratorio de Bio aceite derivado de recursos de los residuos como extensor de asfalto Carpeta. Universidad Tecnológica de Michigan 2013.

ANEXOS


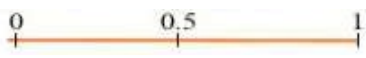
MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú, LIMA 2019



AUTOR: HUGO GERMÁN LAU MARRES

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE, INDICADORES E INSTRUMENTOS	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
<p>Problema General ¿De qué manera influye la incorporación de cenizas de bambú en el nivel de comportamiento de la mezcla asfálticas en caliente, Lima 2019?</p>	<p>Objetivo General Determinar de qué manera influye la incorporación de cenizas de bambú en el nivel de comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente, Lima 2019.</p>	<p>Hipótesis General La incorporación de ceniza de bambú influye de manera positiva en el comportamiento de la mezcla asfáltica, Lima 2019.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE: Ceniza de bambú</p> <p>DIMENSIONES Característica de los materiales</p> <p>INDICADORES Granulometría Porcentaje de materiales Porcentaje de humedad Índice de plasticidad Equivalente de arena Adherencias</p>	<p>Método Científico.</p> <p>Tipo Aplicada.</p> <p>Nivel Explicativo.</p>
<p>Problemas Específicos ¿De qué manera influye la incorporación de cenizas de bambú en la estabilidad de la mezcla asfálticas en caliente, Lima 2019?</p>	<p>Objetivos Específicos Determinar de qué manera influye la incorporación de cenizas de bambú en la estabilidad de la mezcla asfálticas en caliente, Lima 2019.</p>	<p>Hipótesis Específica La incorporación de ceniza de bambú influye de manera positiva en la estabilidad de la mezcla asfáltica, Lima 2019.</p>	<p>Dosificación</p> <p>1% 2% 3%</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE: Mezcla asfalto en caliente</p> <p>DIMENSIONES Textura Superficial Densidad de la mezcla Granulometría</p>	<p>Diseño Experimental.</p> <p>Población Briquetas de ensayo MARSHALL</p>
<p>¿De qué manera influye la incorporación de cenizas de bambú en el flujo de la mezcla asfálticas en caliente, Lima 2019?</p>	<p>Determinar de qué manera influye la incorporación de cenizas de bambú en el flujo de la mezcla asfálticas en caliente, Lima 2019</p>	<p>La incorporación de la ceniza de bambú influye de manera positiva en el flujo de la mezcla asfáltica en caliente, Lima 2019.</p>	<p>Estabilidad</p> <p>Temperatura</p> <p>Flujo</p> <p>Elongación</p>	<p>Muestra 22 briquetas</p>
<p>¿De qué manera influye la incorporación de cenizas de vacío del asfalto en caliente, Lima 2019?</p>	<p>Determinar de qué manera influye la incorporación de cenizas de bambú en la porcentaje de vacío del asfalto en caliente, Lima 2019.</p>	<p>La incorporación de ceniza de bambú influye de manera positiva en el porcentaje de vacío del asfalto en caliente, Lima 2019.</p>	<p>Vacíos</p> <p>Porcentajes de vacíos Gravedad específica</p>	<p>Técnica Observación directa.</p> <p>Instrumento Ficha de recopilación de datos.</p>

ANEXO 3.- FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA LA INVESTIGACIÓN PRESENTADA

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS																																																																																																																																																																																																																				
"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBÚ, LIMA –2019" ASUNTO: CONTROL DE AGREGADOS AUTOR: Hugo Germán Lau Marres																																																																																																																																																																																																																					
Ubicación : Distrito : Provincia : Departamento :																																																																																																																																																																																																																					
1. GRANULOMETRÍA <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Serie Americana</th> <th>Abertura</th> <th>Peso Retenido</th> <th>Retenido %</th> <th>Ret. Acum %</th> <th>Pasa %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76.2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2 ½"</td><td>63.5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.8</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1 ½"</td><td>38.1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>¾"</td><td>19.1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>½"</td><td>12.7</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>¼"</td><td>6.3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>#4</td><td>4.8</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>#6</td><td>3.4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>#8</td><td>2.4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>#10</td><td>2.0</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>#16</td><td>1.2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>#20</td><td>0.8</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>#30</td><td>0.6</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>#40</td><td>0.4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>#50</td><td>0.3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>#80</td><td>0.2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>#100</td><td>0.2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>#200</td><td>0.1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td><#200</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Serie Americana	Abertura	Peso Retenido	Retenido %	Ret. Acum %	Pasa %	3"	76.2					2 ½"	63.5					2"	50.8					1 ½"	38.1					1"	25.4					¾"	19.1					½"	12.7					3/8"	9.5					¼"	6.3					#4	4.8					#6	3.4					#8	2.4					#10	2.0					#16	1.2					#20	0.8					#30	0.6					#40	0.4					#50	0.3					#80	0.2					#100	0.2					#200	0.1					<#200						2. PESO UNITARIO SUELTO <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Agregado Fino / Grueso</th> <th colspan="2">Ensayo</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A) Peso Material + Molde gr.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>B) Peso del Molde gr.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>C) Peso Neto del Material (A-B) gr.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D) Vol. Del Molde gr/cm²</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>E) Peso Unitario Suelto ((C/D)*1000) gr/cm²</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Promedio gr/cm²</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> 3.- CONTENIDO DE HUMEDAD <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Contenido de Humedad</th> <th colspan="2">Ensayo</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A) Peso Tara</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>B) Peso de Tara + Mat. Humedo gr.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>C) Peso de Tara + Mat. Seco gr.</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D) Contenido de Humedad %</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> 4. EQUIVALENTE DE ARENA <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Ensayo</th> <th rowspan="2">Promedio</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Hora de Inicio de Saturación</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Hora de Final de Saturación</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Hora de Inicio de Decantación</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Hora de Final de Decantación</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>A) Lectura inicial</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>B) Lectura final</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Equivalente de Arena ((B/A)*100)</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Agregado Fino / Grueso	Ensayo		1	2	A) Peso Material + Molde gr.			B) Peso del Molde gr.			C) Peso Neto del Material (A-B) gr.			D) Vol. Del Molde gr/cm ²			E) Peso Unitario Suelto ((C/D)*1000) gr/cm ²			Promedio gr/cm ²			Contenido de Humedad	Ensayo		1	2	A) Peso Tara			B) Peso de Tara + Mat. Humedo gr.			C) Peso de Tara + Mat. Seco gr.			D) Contenido de Humedad %				Ensayo		Promedio	1	2	Hora de Inicio de Saturación				Hora de Final de Saturación				Hora de Inicio de Decantación				Hora de Final de Decantación				A) Lectura inicial				B) Lectura final				Equivalente de Arena ((B/A)*100)			
Serie Americana	Abertura	Peso Retenido	Retenido %	Ret. Acum %	Pasa %																																																																																																																																																																																																																
3"	76.2																																																																																																																																																																																																																				
2 ½"	63.5																																																																																																																																																																																																																				
2"	50.8																																																																																																																																																																																																																				
1 ½"	38.1																																																																																																																																																																																																																				
1"	25.4																																																																																																																																																																																																																				
¾"	19.1																																																																																																																																																																																																																				
½"	12.7																																																																																																																																																																																																																				
3/8"	9.5																																																																																																																																																																																																																				
¼"	6.3																																																																																																																																																																																																																				
#4	4.8																																																																																																																																																																																																																				
#6	3.4																																																																																																																																																																																																																				
#8	2.4																																																																																																																																																																																																																				
#10	2.0																																																																																																																																																																																																																				
#16	1.2																																																																																																																																																																																																																				
#20	0.8																																																																																																																																																																																																																				
#30	0.6																																																																																																																																																																																																																				
#40	0.4																																																																																																																																																																																																																				
#50	0.3																																																																																																																																																																																																																				
#80	0.2																																																																																																																																																																																																																				
#100	0.2																																																																																																																																																																																																																				
#200	0.1																																																																																																																																																																																																																				
<#200																																																																																																																																																																																																																					
Agregado Fino / Grueso	Ensayo																																																																																																																																																																																																																				
	1	2																																																																																																																																																																																																																			
A) Peso Material + Molde gr.																																																																																																																																																																																																																					
B) Peso del Molde gr.																																																																																																																																																																																																																					
C) Peso Neto del Material (A-B) gr.																																																																																																																																																																																																																					
D) Vol. Del Molde gr/cm ²																																																																																																																																																																																																																					
E) Peso Unitario Suelto ((C/D)*1000) gr/cm ²																																																																																																																																																																																																																					
Promedio gr/cm ²																																																																																																																																																																																																																					
Contenido de Humedad	Ensayo																																																																																																																																																																																																																				
	1	2																																																																																																																																																																																																																			
A) Peso Tara																																																																																																																																																																																																																					
B) Peso de Tara + Mat. Humedo gr.																																																																																																																																																																																																																					
C) Peso de Tara + Mat. Seco gr.																																																																																																																																																																																																																					
D) Contenido de Humedad %																																																																																																																																																																																																																					
	Ensayo		Promedio																																																																																																																																																																																																																		
	1	2																																																																																																																																																																																																																			
Hora de Inicio de Saturación																																																																																																																																																																																																																					
Hora de Final de Saturación																																																																																																																																																																																																																					
Hora de Inicio de Decantación																																																																																																																																																																																																																					
Hora de Final de Decantación																																																																																																																																																																																																																					
A) Lectura inicial																																																																																																																																																																																																																					
B) Lectura final																																																																																																																																																																																																																					
Equivalente de Arena ((B/A)*100)																																																																																																																																																																																																																					
Whumedo= Humedad= Wseco=																																																																																																																																																																																																																					
DATOS	EVALUACIÓN DEL EXPERTO																																																																																																																																																																																																																				
Nombres y Apellidos:	Rango de evaluación por parámetro 																																																																																																																																																																																																																				
Registro CIP N°:																																																																																																																																																																																																																					
Correo:	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Parámetros</th> <th>Puntaje de Evaluación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">1</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">4</td><td></td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">Promedio</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Parámetros	Puntaje de Evaluación	1		2		3		4		Promedio																																																																																																																																																																																																									
Parámetros	Puntaje de Evaluación																																																																																																																																																																																																																				
1																																																																																																																																																																																																																					
2																																																																																																																																																																																																																					
3																																																																																																																																																																																																																					
4																																																																																																																																																																																																																					
Promedio																																																																																																																																																																																																																					
Firma:																																																																																																																																																																																																																					

ANEXO 3.- FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA LA INVESTIGACIÓN PRESENTADA

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS: FICHA DE REGISTRO DE DATOS																																																																																														
"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBÚ, LIMA –2019" ASUNTO: CONTROL DE AGREGADOS AUTOR: Hugo Germán Lau Marres																																																																																															
Ubicación Distrito Provincia : Departamento : : :																																																																																															
5. GRAVEDAD ESPECÍFICA																																																																																															
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Agregado Fino</th> <th colspan="2">Ensayo</th> <th rowspan="2">Promedio</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A)Peso Material Seco (en el aire) gr.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>B)Peso de Fiola gr.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>C)Peso de Fiola +Material (B+A) gr.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D)Peso de Material +Fiola +Agua gr.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>E)Peso del Agua (D-C)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>F)Peso de Material Seco gr.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>G)Volumen de Fiola</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>P.E.Bulk (base seca) F/(G-E)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>P.E.Bulk (base saturada) G/(A-E)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>P.E. Aparente (base seca) F/(500-E)-(500-F))</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>%Absorción ((A-F)F*100)</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Agregado Fino	Ensayo		Promedio	1	2	A)Peso Material Seco (en el aire) gr.				B)Peso de Fiola gr.				C)Peso de Fiola +Material (B+A) gr.				D)Peso de Material +Fiola +Agua gr.				E)Peso del Agua (D-C)				F)Peso de Material Seco gr.				G)Volumen de Fiola				P.E.Bulk (base seca) F/(G-E)				P.E.Bulk (base saturada) G/(A-E)				P.E. Aparente (base seca) F/(500-E)-(500-F))				%Absorción ((A-F)F*100)				<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Agregado Grueso</th> <th colspan="2">Ensayo</th> <th rowspan="2">Promedio</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A)Peso Material Seco (en el aire) gr.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>B)Peso Material Seco (en el agua) gr.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>C)Vol de masa – Vol de vacíos (A-B) gr.</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>D)Peso del Material Seco</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>E)Volumen de masa (C-(A -D))</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>P.E.Bulk (base seca) D/C</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>P.E.Bulk (base saturada) A/C</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>P.E. Aparente (base seca) D/E</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>%Absorción ((A-F)F*100)</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Agregado Grueso	Ensayo		Promedio	1	2	A)Peso Material Seco (en el aire) gr.				B)Peso Material Seco (en el agua) gr.				C)Vol de masa – Vol de vacíos (A-B) gr.				D)Peso del Material Seco				E)Volumen de masa (C-(A -D))				P.E.Bulk (base seca) D/C				P.E.Bulk (base saturada) A/C				P.E. Aparente (base seca) D/E				%Absorción ((A-F)F*100)					
Agregado Fino		Ensayo			Promedio																																																																																										
	1	2																																																																																													
A)Peso Material Seco (en el aire) gr.																																																																																															
B)Peso de Fiola gr.																																																																																															
C)Peso de Fiola +Material (B+A) gr.																																																																																															
D)Peso de Material +Fiola +Agua gr.																																																																																															
E)Peso del Agua (D-C)																																																																																															
F)Peso de Material Seco gr.																																																																																															
G)Volumen de Fiola																																																																																															
P.E.Bulk (base seca) F/(G-E)																																																																																															
P.E.Bulk (base saturada) G/(A-E)																																																																																															
P.E. Aparente (base seca) F/(500-E)-(500-F))																																																																																															
%Absorción ((A-F)F*100)																																																																																															
Agregado Grueso	Ensayo		Promedio																																																																																												
	1	2																																																																																													
A)Peso Material Seco (en el aire) gr.																																																																																															
B)Peso Material Seco (en el agua) gr.																																																																																															
C)Vol de masa – Vol de vacíos (A-B) gr.																																																																																															
D)Peso del Material Seco																																																																																															
E)Volumen de masa (C-(A -D))																																																																																															
P.E.Bulk (base seca) D/C																																																																																															
P.E.Bulk (base saturada) A/C																																																																																															
P.E. Aparente (base seca) D/E																																																																																															
%Absorción ((A-F)F*100)																																																																																															
6. CARAS FRACTURADAS																																																																																															
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">ABERTURA MALLA</th> <th rowspan="2">GRADAC ORIGINAL</th> <th rowspan="2">PESO FRACC INICIAL</th> <th colspan="3">SIN CARAS FRACTURADAS</th> <th colspan="3">CON 1 A MAS CARAS</th> <th colspan="3">CON 2 A MAS CARAS</th> </tr> <tr> <th>PASA (%)</th> <th>RET (%)</th> <th>SIN FRACTURA</th> <th>%</th> <th>CORREGIDO</th> <th>1 FRACTURA</th> <th>%</th> <th>CORREGIDO</th> <th>2 FRACTURA</th> <th>%</th> <th>CORREGIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1 ½"</td><td>1"</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>¾"</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>¾"</td><td>½"</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>½"</td><td>3/8"</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="11" style="text-align: right;">% CON 1 A MAS CARAS</td></tr> <tr><td colspan="11" style="text-align: right;">% CON 2 A MAS CARAS</td></tr> </tbody> </table>		ABERTURA MALLA		GRADAC ORIGINAL	PESO FRACC INICIAL	SIN CARAS FRACTURADAS			CON 1 A MAS CARAS			CON 2 A MAS CARAS			PASA (%)	RET (%)	SIN FRACTURA	%	CORREGIDO	1 FRACTURA	%	CORREGIDO	2 FRACTURA	%	CORREGIDO	1 ½"	1"											1"	¾"											¾"	½"											½"	3/8"											% CON 1 A MAS CARAS											% CON 2 A MAS CARAS										
ABERTURA MALLA		GRADAC ORIGINAL	PESO FRACC INICIAL			SIN CARAS FRACTURADAS			CON 1 A MAS CARAS			CON 2 A MAS CARAS																																																																																			
PASA (%)	RET (%)			SIN FRACTURA	%	CORREGIDO	1 FRACTURA	%	CORREGIDO	2 FRACTURA	%	CORREGIDO																																																																																			
1 ½"	1"																																																																																														
1"	¾"																																																																																														
¾"	½"																																																																																														
½"	3/8"																																																																																														
% CON 1 A MAS CARAS																																																																																															
% CON 2 A MAS CARAS																																																																																															
7. PARTICULAS CHASTAS Y ALARGADAS																																																																																															
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">ABERTURA MALLA</th> <th rowspan="2">GRADAC ORIGINAL</th> <th rowspan="2">PESO FRACC INICIAL</th> <th rowspan="2">PESO FRAC Q PASA</th> <th rowspan="2">% CHATAS Y ALARGA</th> <th rowspan="2">CHATAS Y ALARGAD CORREGID</th> </tr> <tr> <th>PASA (%)</th> <th>RET (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1 ½"</td><td>1"</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>¾"</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>¾"</td><td>½"</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>3/8"</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>Nº4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="7" style="text-align: center;">% CHATAS Y ALARGADAS</td></tr> </tbody> </table>		ABERTURA MALLA		GRADAC ORIGINAL	PESO FRACC INICIAL	PESO FRAC Q PASA	% CHATAS Y ALARGA	CHATAS Y ALARGAD CORREGID	PASA (%)	RET (%)	1 ½"	1"						1"	¾"						¾"	½"						1/2"	3/8"						3/8"	Nº4						% CHATAS Y ALARGADAS																																																	
ABERTURA MALLA		GRADAC ORIGINAL	PESO FRACC INICIAL						PESO FRAC Q PASA	% CHATAS Y ALARGA	CHATAS Y ALARGAD CORREGID																																																																																				
PASA (%)	RET (%)																																																																																														
1 ½"	1"																																																																																														
1"	¾"																																																																																														
¾"	½"																																																																																														
1/2"	3/8"																																																																																														
3/8"	Nº4																																																																																														
% CHATAS Y ALARGADAS																																																																																															
8. INDICE DE LAMINARIDAD																																																																																															
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">ABERTURA MALLA</th> <th rowspan="2">GRADAC ORIGINAL</th> <th rowspan="2">PESO FRACC INICIAL</th> <th rowspan="2">PESO FRAC Q PASA</th> <th rowspan="2">% INDICE LAMINAR</th> <th rowspan="2">INDICE LAMINAR CORREGID</th> </tr> <tr> <th>PASA (%)</th> <th>RET (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1 ½"</td><td>1"</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td>¾"</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>¾"</td><td>½"</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>3/8"</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>Nº4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="7" style="text-align: center;">% INDICE LAMINAR</td></tr> </tbody> </table>		ABERTURA MALLA		GRADAC ORIGINAL	PESO FRACC INICIAL	PESO FRAC Q PASA	% INDICE LAMINAR	INDICE LAMINAR CORREGID	PASA (%)	RET (%)	1 ½"	1"						1"	¾"						¾"	½"						1/2"	3/8"						3/8"	Nº4						% INDICE LAMINAR																																																	
ABERTURA MALLA		GRADAC ORIGINAL	PESO FRACC INICIAL						PESO FRAC Q PASA	% INDICE LAMINAR	INDICE LAMINAR CORREGID																																																																																				
PASA (%)	RET (%)																																																																																														
1 ½"	1"																																																																																														
1"	¾"																																																																																														
¾"	½"																																																																																														
1/2"	3/8"																																																																																														
3/8"	Nº4																																																																																														
% INDICE LAMINAR																																																																																															
DATOS		EVALUACIÓN DEL EXPERTO																																																																																													
Nombres y Apellidos:		Rango de evaluación por parámetro																																																																																													
Registro CIP N°:																																																																																															
Correo:		Parámetros	Puntaje de Evaluación																																																																																												
Firma:		5																																																																																													
		6																																																																																													
		7																																																																																													
		8																																																																																													
		Promedio																																																																																													

ANEXO 4 FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS VALIDADO POR EL JUICIO DE EXPERTOS (1ER EXPERTO)



"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBÚ, LIMA – 2019"

ASUNTO: CONTROL DE AGREGADOS

AUTOR: Hugo Germán Lau Marres

Ubicación :
 Distrito :
 Provincia :
 Departamento :

1. GRANULOMETRIA

Serie Americana	Abertura	Peso Retenido	Retenido %	Ret. Acum %	Pasa %
3"	76.2				
2 1/2"	63.5				
2"	50.8				
1 1/2"	38.1				
1"	25.4				
3/4"	19.1				
1/2"	12.7				
3/8"	9.5				
1/4"	6.3				
#4	4.8				
#6	3.4				
#8	2.4				
#10	2.0				
#16	1.2				
#20	0.8				
#30	0.6				
#40	0.4				
#50	0.3				
#80	0.2				
#100	0.2				
#200	0.1				
<#200					

2. PESO UNITARIO SUELTO

Agregado Fino / Grueso	Ensayo	
	1	2
A) Peso Material + Molde gr.		
B) Peso del Molde gr.		
C) Peso Neto del Material (A-B) gr.		
D) Vol. Del Molde gr/cm ²		
E) Peso Unitario Suelto ((C/D)*1000) gr/cm ²		
Promedio gr/cm ²		

3.- CONTENIDO DE HUMEDAD

Contenido de Humedad	Ensayo	
	1	2
A) Peso Tara		
B) Peso de Tara + Mat. Humedo gr.		
C) Peso de Tara + Mat. Seco gr.		
D) Contenido de Humedad %		

4. EQUIVALENTE DE ARENA

	Ensayo		Promedio
	1	2	
Hora de Inicio de Saturación			
Hora de Final de Saturación			
Hora de Inicio de Decantación			
Hora de Final de Decantación			
A) Lectura inicial			
B) Lectura final			
Equivalente de Arena ((B/A)*100)			

Whumedo= Humedad= Wseco=

DATOS		EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
Nombres y Apellidos:		Rango de evaluación por parámetro	
Registro CIP N°:			
Correo:		Parámetros	Puntaje de Evaluación
Firma:		1	
		2	
		3	
		4	
		Promedio	

SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN
 INGENIERO CIVIL
 CIP 51630

ANEXO 4 FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS VALIDADO POR EL JUICIO DE EXPERTOS (1ER EXPERTO)



"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBÚ, LIMA – 2019"

ASUNTO: CONTROL DE AGREGADOS

AUTOR: Hugo Germán Lau Marres

Ubicación Distrito Provincia :
Departamento :
:

5. GRAVEDAD ESPECIFICA

Agregado Fino	Ensayo		Promedio
	1	2	
A)Peso Material Seco (en el aire) gr.			
B)Peso de Fiola gr.			
C)Peso de Fiola +Material (B+A) gr.			
D)Peso de Material +Fiola +Agua gr.			
E)Peso del Agua (D-C)			
F)Peso de Material Seco gr.			
G)Volumen de Fiola			
P.E.Bulk (base seca) F/(G-E)			
P.E.Bulk (base saturada) G/(A-E)			
P.E. Aparente (base seca) F/(500-E)-(500-F))			
%Absorción ((A-F)/F*100)			

Agregado Grueso	Ensayo		Promedio
	1	2	
A)Peso Material Seco (en el aire) gr.			
B)Peso Material Seco (en el agua) gr.			
C)Vol de masa – Vol de vacios (A-B) gr.			
D)Peso del Material Seco			
E)Volumen de masa (C-(A -D))			
P.E.Bulk (base seca) D/C			
P.E.Bulk (base saturada) A/C			
P.E. Aparente (base seca) D/E			
%Absorción ((A-F)/F*100)			

6. CARAS FRACTURADAS

ABERTURA MALLA		GRADAC ORIGINAL	PESO FRACC INICIAL	SIN CARAS FRACTURADAS			CON 1 A MAS CARAS			CON 2 A MAS CARAS			
PASA (%)	RET (%)			SIN FRACTURA	%	CORREGIDO	1 FRACTURA	%	CORREGIDO	1 FRACTURA	%	CORREGIDO	
1 1/2"	1"												
1"	3/4"												
3/4"	1/2"												
1/2"	3/8"												
											% CON 1 A MAS CARAS		
											% CON 2 A MAS CARAS		

7. PARTICULAS CHASTAS Y ALARGADAS

ABERTURA MALLA		GRADAC ORIGINAL	PESO FRACC INICIAL	PESO FRAC Q PASA	% CHATAS Y ALARGA	CHATAS Y ALARGAD CORREGID
PASA (%)	RET (%)					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"					
1/2"	3/8"					
3/8"	Nº4					
% CHATAS Y ALARGADAS						

8. INDICE DE LAMINARIDAD

ABERTURA MALLA		GRADAC ORIGINAL	PESO FRACC INICIAL	PESO FRAC Q PASA	% INDICE LAMINAR	INDICE LAMINAR CORREGID
PASA (%)	RET (%)					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"					
1/2"	3/8"					
3/8"	Nº4					
% INDICE LAMINAR						

DATOS

EVALUACIÓN DEL EXPERTO

Nombres y Apellidos:

Rango de evaluación por parámetro



Registro CIP N°:

Parámetros

Puntaje de Evaluación

Correo:

1

Firma:

2

3

4

Promedio

SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN
INGENIERO CIVIL
CIP 51630

ANEXO 4 FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS VALIDADO POR EL JUICIO DE EXPERTOS (2DO EXPERTO)



"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBÚ, LIMA -2019"

ASUNTO: CONTROL DE AGREGADOS

AUTOR: Hugo Germán Lau Marres

Ubicación :
 Distrito :
 Provincia :
 Departamento :

1. GRANULOMETRIA

Serie Americana	Abertura	Peso Retenido	Retenido %	Ret. Acum %	Pasa %
3"	76.2				
2 1/2"	63.5				
2"	50.8				
1 1/2"	38.1				
1"	25.4				
3/4"	19.1				
5/8"	12.7				
3/8"	9.5				
1/2"	6.3				
#4	4.8				
#6	3.4				
#8	2.4				
#10	2.0				
#16	1.2				
#20	0.8				
#30	0.6				
#40	0.4				
#50	0.3				
#80	0.2				
#100	0.2				
#200	0.1				
<#200					

2. PESO UNITARIO SUELTO

Agregado Fino / Grueso	Ensayo	
	1	2
A) Peso Material + Molde gr.		
B) Peso del Molde gr.		
C) Peso Neto del Material (A-B) gr.		
D) Vol. Del Molde gr/cm ²		
E) Peso Unitario Suelto ((C/D)*1000) gr/cm ²		
Promedio gr/cm ²		

3.- CONTENIDO DE HUMEDAD

Contenido de Humedad	Ensayo	
	1	2
A) Peso Tara		
B) Peso de Tara + Mat. Humedo gr.		
C) Peso de Tara + Mat. Seco gr.		
D) Contenido de Humedad %		


4. EQUIVALENTE DE ARENA

	Ensayo		Promedio
	1	2	
Hora de Inicio de Saturación			
Hora de Final de Saturación			
Hora de Inicio de Decantación			
Hora de Final de Decantación			
A) Lectura inicial			
B) Lectura final			
Equivalente de Arena ((B/A)*100)			

Whumedo=

Humedad=

Wseco=

DATOS		EVALUACIÓN DEL EXPERTO	
Nombres y Apellidos:  Margarita Boza Olaechea INGENIERA CIVIL CIP. 80300		Rango de evaluación por parámetro 	
Registro CIP N°:	CIP. 80300	Parámetros	Puntaje de Evaluación
Correo:	MBOZA@UCV.EDU.PE	1	
Firma:		2	
		3	
		4	
		Promedio	1

ANEXO 4 FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS VALIDADO POR EL JUICIO DE EXPERTOS (2DO EXPERTO)



"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBÚ, LIMA –2019"

ASUNTO: CONTROL DE AGREGADOS

AUTOR: Hugo Germán Lau Marres

Ubicación Distrito Provincia :
 Departamento :
 :
 :

5. GRAVEDAD ESPECÍFICA

Agregado Fino	Ensayo		Promedio
	1	2	
A)Peso Material Seco (en el aire) gr.			
B)Peso de Fiola gr.			
C)Peso de Fiola +Material (B+A) gr.			
D)Peso de Material +Fiola +Agua gr.			
E)Peso del Agua (D-C)			
F)Peso de Material Seco gr.			
G)Volumen de Fiola			
P.E.Bulk (base seca) F/(G-E)			
P.E.Bulk (base saturada) G/(A-E)			
P.E. Aparente (base seca) (F/(500-E)-(500-F))			
%Absorción ((A-F)/F*100)			

Agregado Grueso	Ensayo		Promedio
	1	2	
A)Peso Material Seco (en el aire) gr.			
B)Peso Material Seco (en el agua) gr.			
C)Vol de masa – Vol de vacios (A-B) gr.			
D)Peso del Material Seco			
E)Volumen de masa (C-(A -D))			
P.E.Bulk (base seca) D/C			
P.E.Bulk (base saturada) A/C			
P.E. Aparente (base seca) D/E			
%Absorción ((A-F)/F*100)			

6. CARAS FRACTURADAS

ABERTURA MALLA		GRADAC ORIGINAL	PESO FRACC INICIAL	SIN CARAS FRACTURADAS			CON 1 A MAS CARAS			CON 2 A MAS CARAS		
PASA (%)	RET (%)			SIN FRACTURA	%	CORREGIDO	1 FRACTURA	%	CORREGIDO	2 FRACTURA	%	CORREGIDO
1 1/2"	1"											
1"	3/4"											
3/4"	1/2"											
1/2"	3/8"											
% CON 1 A MAS CARAS												
% CON 2 A MAS CARAS												

7. PARTICULAS CHASTAS Y ALARGADAS

ABERTURA MALLA		GRADAC ORIGINAL	PESO FRACC INICIAL	PESO FRACC Q PASA	% CHATAS Y ALARGA	CHATAS Y ALARGAD CORREGID
PASA (%)	RET (%)					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"					
1/2"	3/8"					
3/8"	Nº4					
% CHATAS Y ALARGADAS						

8. INDICE DE LAMINARIDAD

ABERTURA MALLA		GRADAC ORIGINAL	PESO FRACC INICIAL	PESO FRACC Q PASA	% INDICE LAMINAR	INDICE LAMINAR CORREGID
PASA (%)	RET (%)					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"					
1/2"	3/8"					
3/8"	Nº4					
% INDICE LAMINAR						

DATOS

EVALUACIÓN DEL EXPERTO

Nombres y Apellidos:
Margarita Boza Olaechea
 INGENIERA CIVIL
 Registro CIP N°: CIP. 80500
 Correo: *MBOZA@UCV.EDU.PE*
 Firma:

Rango de evaluación por parámetro



Parámetros	Puntaje de Evaluación
1	
2	
3	
4	
Promedio	↓

ANEXO 4 FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS VALIDADO POR EL JUICIO DE EXPERTOS (3ER EXPERTO)



"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBÚ, LIMA -2019"

ASUNTO: CONTROL DE AGREGADOS

AUTOR: Hugo Germán Lau Marres

Ubicación :
 Distrito :
 Provincia :
 Departamento :

1. GRANULOMETRIA

Serie Americana	Abertura	Peso Retenido	Retenido %	Ret. Acum %	Pasa %
3"	76.2				
2 1/2"	63.5				
2"	50.8				
1 1/2"	38.1				
1"	25.4				
3/4"	19.1				
1/2"	12.7				
3/8"	9.5				
1/4"	6.3				
#4	4.8				
#6	3.4				
#8	2.4				
#10	2.0				
#16	1.2				
#20	0.8				
#30	0.6				
#40	0.4				
#50	0.3				
#80	0.2				
#100	0.2				
#200	0.1				
<#200					

2. PESO UNITARIO SUELTO

Agregado Fino / Grueso	Ensayo	
	1	2
A) Peso Material + Molde gr.		
B) Peso del Molde gr.		
C) Peso Neto del Material (A-B) gr.		
D) Vol. Del Molde gr/cm ²		
E) Peso Unitario Suelto ((C/D)*1000) gr/cm ²		
Promedio gr/cm ²		

3.- CONTENIDO DE HUMEDAD

Contenido de Humedad	Ensayo	
	1	2
A) Peso Tara		
B) Peso de Tara + Mat. Humedo gr.		
C) Peso de Tara + Mat. Seco gr.		
D) Contenido de Humedad %		

4. EQUIVALENTE DE ARENA

	Ensayo		Promedio
	1	2	
Hora de Inicio de Saturación			
Hora de Final de Saturación			
Hora de Inicio de Decantación			
Hora de Final de Decantación			
A) Lectura inicial			
B) Lectura final			
Equivalente de Arena ((B/A)*100)			

Whumedo=

Humedad=

Wseco=

DATOS

Nombres y Apellidos:

Cecilia Arriola Moscoso

Registro CIP N°:

122210.

Correo:

cecilia-a.m@hotmail.com.

Firma:

EVALUACIÓN DEL EXPERTO

Rango de evaluación por parámetro



Parámetros

Puntaje de Evaluación

1

1

2

0.9

3

0.9

4

1

Promedio

0.95

ANEXO 4 FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS VALIDADO POR EL JUICIO DE EXPERTOS (3ER EXPERTO)



"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE INCORPORANDO CENIZAS DE BAMBÚ, LIMA -2019"

ASUNTO: CONTROL DE AGREGADOS

AUTOR: Hugo Germán Lau Marres

Ubicación Distrito Provincia :
Departamento :
:

5. GRAVEDAD ESPECIFICA

Agregado Fino	Ensayo		Promedio
	1	2	
A)Peso Material Seco (en el aire) gr.			
B)Peso de Fiola gr.			
C)Peso de Fiola +Material (B+A) gr.			
D)Peso de Material +Fiola +Agua gr.			
E)Peso del Agua (D-C)			
F)Peso de Material Seco gr.			
G)Volumen de Fiola			
P.E.Bulk (base seca) F/(G-E)			
P.E.Bulk (base saturada) G/(A-E)			
P.E. Aparente (base seca) F/(500-E)-(500-F)			
%Absorción ((A-F)/F*100)			

Agregado Grueso	Ensayo		Promedio
	1	2	
A)Peso Material Seco (en el aire) gr.			
B)Peso Material Seco (en el agua) gr.			
C)Vol de masa - Vol de vacios (A-B) gr.			
D)Peso del Material Seco			
E)Volumen de masa (C-(A -D))			
P.E.Bulk (base seca) D/C			
P.E.Bulk (base saturada) A/C			
P.E. Aparente (base seca) D/E			
%Absorción ((A-F)/F*100)			

6. CARAS FRACTURADAS

ABERTURA MALLA		GRADAC ORIGINAL	PESO FRACC INICIAL	SIN CARAS FRACTURADAS			CON 1 A MAS CARAS			CON 2 A MAS CARAS		
PASA (%)	RET (%)			SIN FRACTURA	%	CORR EGIDO	1 FRACTURA	%	CORR EGIDO	2 FRACTURA	%	CORR EGIDO
1 1/2"	1"											
1"	3/4"											
3/4"	1/2"											
1/2"	3/8"											
% CON 1 A MAS CARAS												
% CON 2 A MAS CARAS												

7. PARTICULAS CHASTAS Y ALARGADAS

ABERTURA MALLA		GRADAC ORIGINAL	PESO FRACC INICIAL	PESO FRACC Q PASA	% CHATAS Y ALARGA	CHATAS Y ALARGAD CORREGID
PASA (%)	RET (%)					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"					
1/2"	3/8"					
3/8"	Nº4					
% CHATAS Y ALARGADAS						

8. INDICE DE LAMINARIDAD

ABERTURA MALLA		GRADAC ORIGINAL	PESO FRACC INICIAL	PESO FRACC Q PASA	% INDICE LAMINAR	INDICE LAMINAR CORREGID
PASA (%)	RET (%)					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"					
1/2"	3/8"					
3/8"	Nº4					
% INDICE LAMINAR						

DATOS

Nombres y Apellidos:
Cecilia Arriola Masuro

Registro CIP N°: 122210

Correo: Cecilia-a.m@hotmail.com

Firma:

EVALUACIÓN DEL EXPERTO


Rango de evaluación por parámetro



Parámetros	Puntaje de Evaluación
1	0.9
2	0.9
3	0.9
4	0.9
Promedio	0.9

ANEXO 5
ENSAYOS GRANULOMÉTRICOS
(AGREGADO GRUESO, FINO, MAC – 2)

Anexo 5.1.- Análisis Granulométrico de la Arena Zarandeada - ASTM 136

 <p style="font-size: small;">R.U.C. 20001148464</p>	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS	Formato	
	I-021.01-2019-SI-AT-Tesis Asfalto		Código: SI-AT-TA
			Versión: V.02
			FEF: 1/07/2019

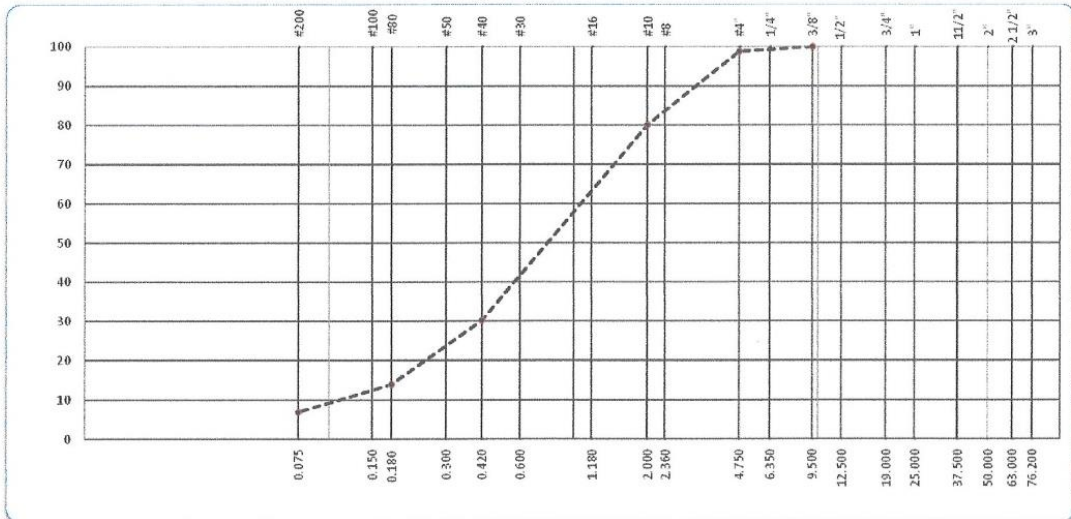
Asunto	: Tema de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"		
Solicitante	: Hugo Germán Lau Marres	Institución: Universidad Cesar Vallejo	Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable Laboratorio	: Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.	
Fecha emisión informe	: 18/10/2019		

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	: Cantera "Jicamarca"
Descripción	: Arena zarandeada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PORCENTAJE				DESCRIPCION DE LA MUESTRA
		Retenido	Retenido	Acumal.	Pasante	
3"	76.200					Peso húmedo _____ g Peso seco _____ 838.34 g
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					Contenido de humedad _____ 0.0 % Limite liquido _____ N.P. Limite plástico _____ N.P. Azul de metileno _____ 6.0 mg/g
1 1/2"	37.500					
1"	25.000					Observaciones Especificaciones Técnicas MTC "EG - 2013" Pavimento de concreto asfáltico en caliente (Sección 423)
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500			100.0		
1/4"	6.350					
# 4	4.750	10.57	1.26	1.26	98.74	
# 8	2.300	113.92				
# 10	2.000	43.52	5.19	20.04	79.96	
# 16	1.180					
# 20	0.840	255.98	30.53	50.57	49.43	
# 30	0.600					
# 40	0.420	161.49	19.26	69.84	30.16	
# 50	0.300					
# 60	0.180	136.60	16.29	86.13	13.87	
# 100	0.150					
# 200	0.075	58.71	7.00	93.14	6.86	
>200		57.55	6.86	100.00	0.00	

CURVA GRANULOMETRICA



Elaborado por:
Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ing. Civil CIP 56346
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Anexo 5.2.- Análisis Granulométrico de la Grava Triturada - ASTM 136

 R.U.C. 20801140464	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS	Formato	
	I-021.02-2019-SI-AT-Tesis Asfalto	Código:	SI-AT-TA
		Versión:	V-02
		FEF:	1/07/2019

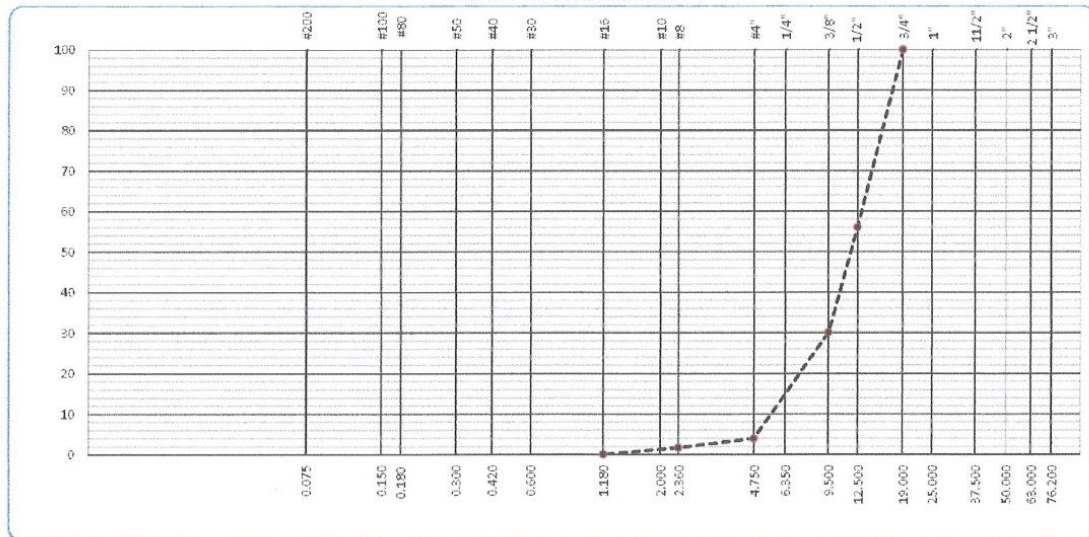
Asunto	: Toma de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"		
Solicitante	: Hugo Germán Lau Marres	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable Laboratorio	: Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	HISAYC S.A.C.
Fecha emisión Informe	: 18/10/2019		

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	: Cantera "Jicamarca"
Descripción	: Grava triturada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PESO		PORCENTAJE			DESCRIPCION DE LA MUESTRA
		Retenid.	Retenido	Retenido	Acumúl.	Passante	
3"	76.200						Peso húmedo _____ g Peso seco _____ 3603.00 g
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						Contenido de humedad _____ 0.0 % Limite líquido _____ Limite plástico _____
1 1/2"	37.500						
1"	25.000						Observaciones Especificaciones Técnicas MTC "EG - 2013" Pavimento de concreto asfáltico en caliente (Sección 423)
3/4"	19.000				100.0		
1/2"	12.500	1586.1	44.0	44.0	56.0		
3/8"	9.500	932.0	25.9	69.9	30.1		
1/4"	6.350						
# 4	4.750	943.3	26.2	96.1	3.9		
# 8	2.360	80.3	2.2	98.3	1.7		
# 10	2.000	61.3	1.7	100.0	0.0		
# 16	1.180						
# 20	0.840						
# 30	0.600						
# 40	0.420	0.0	0.0	100.0	0.0		
# 50	0.300						
# 80	0.180						
# 100	0.150						
# 200	0.075						
>200		0.0	0.0	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



Elaborado por:
Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ing. Civil CIP 56346
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Anexo 5.3.- Análisis Granulométrico Diseño MAC 2 - ASTM 136

 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601148464	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-021.03-2019-SI-AT-Tesis Asfalto		Formato	
	Código:		SI-AT-TA	
	Versión:		V-02	
	FEF:		1/07/2019	

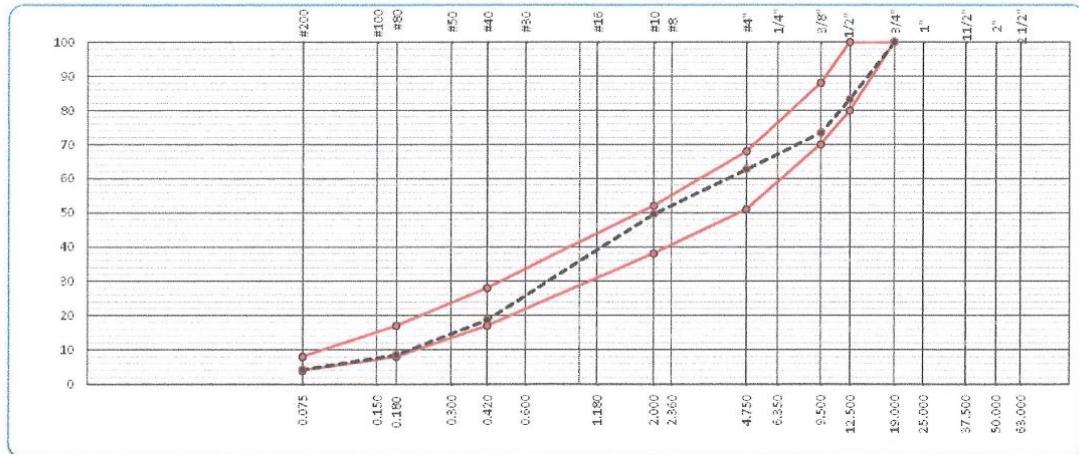
Asunto : Tema de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"
Solicitante : Hugo Germán Lau Marres Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable Laboratorio : Miguel Angel Alfaro Huayanay Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAY S.A.C.
Fecha emisión informe : 18/10/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Cantera "Jicamarca"
Descripción : Diseño MAC N° 01

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PESO Retenido	PORCENTAJE			MAC - 2		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			Retenido	Acumul.	Pasante			
3"	76.200							Peso Inicial 4441.3 Peso Fracción
2 1/2"	63.000							
2"	50.000							MEZCLA DE AGREGADOS
1 1/2"	37.500							
1"	25.000							
3/4"	19.000			100.0	100	100		
1/2"	12.500	743.0	16.7	16.7	83.3	80	100	
3/8"	9.500	436.6	9.8	26.6	73.4	70	88	
1/4"	6.350							
# 4	4.750	476.6	10.7	37.3	62.7	51	68	
# 8	2.360	411.8	9.3	46.6	53.4			
# 10	2.000	171.7	3.9	50.4	49.6	38	52	
# 16	1.180							
# 20	0.840	840.8	18.9	69.4	30.6			
# 30	0.600							
# 40	0.420	530.4	11.9	81.3	18.7	17	28	
# 50	0.300							
# 80	0.180	448.7	10.1	91.4	8.6	8	17	
# 100	0.150							
# 200	0.075	192.8	4.3	95.7	4.3	4	8	
>200		189.0	4.3	100.0	0.0			

CURVA GRANULOMETRICA



Elaborado por:
 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



ANEXO 6
ENSAYOS DE CALIDAD DE LOS
AGREGADOS GRUESO Y FINO

Anexo 6.1.- Informe de Ensayo Abrasión Los Ángeles en Grava Triturada – MTC E 207

 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.L.C. 20601148464</p>	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-021.04-2019-SI-AT-Tesis Asfalto		Formato	
			Código:	SI-AT-TA
			Versión:	V.02
			FEF:	1/07/2019

Asunto : Tema de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"
Solicitante : Hugo Germán Lau Marres Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable Laboratorio : Miguel Angel Alfaro Huayanay Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.
Fecha emisión informe : 18/10/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Cantera "Jicamarca"
Descripción : Grava triturada

INFORME DE ENSAYO ABRASIÓN LOS ANGELES (MTC E207)

MUESTRA	1	2	3	4	5
GRADACIÓN	"B"	"B"			
PESO MUESTRA	5000	5000			
1 1/2" - 1"					
1" - 3/4"					
3/4" - 1/2"	2500	2500			
1/2" - 3/8"	2500	2500			
3/8" - 1/4"	-	-			
1/4" - Nº 4	-	-			
Nº 4 - Nº 8	-	-			
RETENIDO Nº12	4410	4421			
PASA Nº 12	590	579			
% DESGASTE	11.8	11.6			

PROMEDIO	11.7 %
-----------------	---------------

Observaciones : ...

Elaborado por:
 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Anexo 6.2.- Informe de Ensayo Pesos Unitarios en Grava Triturada – MTC E 203

 R.U.C. 20601448464	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS	Formato		
	I-021.05-2019-SI-AT-Tesis Asfalto		Código:	SI-AT-TA
			Versión:	V.02
			FEF:	1/07/2019

Asunto	: Tema de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"		
Solicitante	: Hugo Germán Lau Marres	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable Laboratorio	: Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	HISAYC S.A.C.
Fecha emisión informe	: 18/10/2019		

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	: Cantera "Jicamarca"
Descripción	: Grava triturada

INFORME DE ENSAYO PESOS UNITARIOS (MTC E203)

MUESTRA		1	2	3	4	5
A	Peso Mat.+ Molde	17890.0	17850.0	17910.0		
B	Peso Molde	4141.0	4141.0	4141.0		
C	Peso de Material	13749	13709	13769		
D	Volumen del Molde	9308.5	9308.5	9308.5		
E	Peso Unitario	1477.0	1472.7	1479.2		

PROMEDIO	1476.3 kg/m3
----------	---------------------

MUESTRA		1	2	3	4
A	Peso Mat.+ Molde	18600.0	18620.0	18630.0	
B	Peso Molde	4141	4141	4141	
C	Peso de Material	14459	14479	14489	
D	Volumen del Molde	9308.5	9308.5	9308.5	
E	Peso Unitario Varillado	1553.3	1555.5	1556.5	

PROMEDIO	1554.4 kg/m3
----------	---------------------

Observaciones: --

Elaborado por:
 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Anexo 6.3.- Informe de Ensayo Gravedad Específica y Absorción en Grava Triturada – MTC E 206

 R.U.C. 20601148464	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-021.06-2019-SI-AT-Tesis Asfalto	Formato	
		Código:	SI-AT-TA
		Versión:	V-02
		FEF:	1/07/2019

Asunto	: Tema de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"		
Solicitante	: Hugo Germán Lau Marres	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable Laboratorio	: Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Fecha emisión informe	: 18/10/2019		

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	: Cantera "Jicamarca"
Descripción	: Grava triturada

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN (MTC E206)

		AGREGADO GRUESO				
MUESTRA		1	2	3	4	PROMEDIO
A	Peso del mat. sat. superf. seco (en el aire) (g)	1226.0	1245.0			
B	Peso del mat. sat. superf. seco (en el agua) (g)	764	775			
C	Vol. de masa + Vol. de vacíos (cc)	462.00	470.00			
D	Peso del material seco en el horno (105°C) (g)	1221.00	1240.0			
E	Vol. de masa (g)	457.00	465.0			
F	Peso específico bulk (base seca) (g/cc)	2.643	2.638			2.641
G	Peso específico bulk (base saturada) (g/cc)	2.654	2.649			2.651
H	Peso específico aparente (base seca) (g/cc)	2.672	2.667			2.669
I	% de absorción	0.4	0.4			0.4

Observaciones: --

Elaborado por:
 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Anexo 6.4.- Informe de Ensayo Porcentaje de Caras Fracturadas en Grava Triturada – MTC E 210

 <p>R.L.C. 20601148464</p>	<p>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</p> <p>I-021.07-2019-SI-AT-Tesis Asfalto</p>	Formato	
		Código:	SI-AT-TA
		Versión:	V.02
		FEF:	1/07/2019

Asunto	: Tema de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"		
Solicitante	: Hugo Germán Lau Marres	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable Laboratorio	: Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Fecha emisión informe	: 18/10/2019		
	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.		

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	: Cantera "Jicamarca"
Descripción	: Grava triturada
INFORME DE ENSAYO PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS (MTC E210)	

Porcentaje con una cara fracturada

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	(B/A)*100	% Parcial	CxD
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"		494.3	100.0	44.19	44.19
1/2"	3/8"		324.9	100.0	29.05	29.05
3/8"	1/4"		299.3	100.0	26.76	26.76

TOTAL 100.0 %

Porcentaje con dos o más caras fracturadas

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido T.	(g)	(g)	(B/A)*100	% Parcial	CxD
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	494.3	494.3	100.0	44.19	44.19
1/2"	3/8"	324.9	324.9	100.0	29.05	29.05
3/8"	1/4"	299.3	299.3	100.0	26.76	26.76

TOTAL 100.0 %

Observaciones: __

Elaborado por:
Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ing. Civil CIP 56346
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Anexo 6.5.- Informe de Ensayo Partículas Chatas y Alargadas en Grava Triturada – ASTM D4791

 R.U.C. 20801148464	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-021.08-2019-SI-AT-Tesis Asfalto		Formato	
	Código:	SI-AT-TA		
	Versión:	V-02		
	FEF:	1/07/2019		

Asunto	: Tema de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"			
Solicitante	: Hugo Germán Lau Marres	Institución:	Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil	
Responsable Laboratorio	: Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	HISAYC S.A.C.	
Fecha emisión informe	: 18/10/2019			

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	: Cantera "Jicamarca"
Descripción	: Grava triturada
PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS (ASTM D4791)	

Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz.	(g)	(g)	(B/A)*100)	%	(Cx/D)/100)
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	494.3	14.0	2.8	44.19	1.25
1/2"	3/8"	324.9	15.1	4.6	29.05	1.35
3/8"	1/4"	299.3	13.2	4.4	26.76	1.18
TOTAL						3.78 %

Observaciones: --


Elaborado por:
 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 

Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 

Anexo 6.6.- Informe de Ensayo Equivalente de Arena en Arena Zarandeada – MTC E 514

 R.U.C. 20601148464	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-021.09-2019-SI-AT-Tesis Asfalto		Formato	
	Código:	SI-AT-TA		
	Versión:	V.02		
	FEF:	1/07/2019		

Asunto	: Tema de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"			
Solicitante	: Hugo Germán Lau Marres	Institución:	Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil	
Responsable Laboratorio	: Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	HISAYC S.A.C.	
Fecha emisión informe	: 18/10/2019			

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	: Cantera "Jicamarca"
Descripción	: Arena zarandeada

EQUIVALENTE DE ARENA (MTC E514)

DESCRIPCIÓN	MUESTRAS			
	1	2	3	4
Tamaño máximo (pasa malla Nº 4) mm	4.76	4.76		
Hora de entrada a saturación	09:15	09:23		
Hora de salida de saturación (10')	09:25	09:33		
Hora de entrada a decantación	09:27	09:35		
Hora de salida de decantación (20')	09:47	09:55		
Lectura Inicial pulg	6.4	6.5		
Lectura Final pulg	2.8	2.9		
Equivalente de Arena %	43.8	44.6		

PROMEDIO	45.0 %
----------	--------

Observaciones:
--

Elaborado por:
Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ing. Civil CIP 56346
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Anexo 6.7.- Informe de Ensayo Pesos Unitarios en Arena Zarandeada – MTC E 203

 R.U.C. 20601148464	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Formato	
	I-021.010-2019-SI-AT-Tesis Asfalto		Código:	SI-AT-TA
			Versión:	V-02
			FEF:	1/07/2019

Asunto	: Tema de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"			
Solicitante	: Hugo Germán Lau Marres	Institución:	Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil	
Responsable Laboratorio	: Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	HISAYC S.A.C.	
Fecha emisión informe	: 18/10/2019			

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	: Cantera "Jicamarca"
Descripción	: Arena zarandeada

INFORME DE ENSAYO PESOS UNITARIOS (MTC E203)

PESO UNITARIO SUELTO

MUESTRA		1	2	3	4	5
A	Peso Mat.+ Molde	6640.0	6660.0	6650.0		
B	Peso Molde	1824.0	1824.0	1824.0		
C	Peso de Material	4816	4836	4826		
D	Volumen del Molde	2812.6	2812.6	2812.6		
E	Peso Unitario	1712	1719	1716		

PROMEDIO	1716 kg/m3
----------	-------------------

PESO UNITARIO COMPACTADO

MUESTRA		1	2	3	4	5
A	Peso Mat.+ Molde	7210.0	7200.0	7200.0		
B	Peso Molde	1824	1824	1824		
C	Peso de Material	5386	5376	5376		
D	Volumen del Molde	2812.6	2812.6	2812.6		
E	Peso Unitario Varillado	1915	1911	1911		

PROMEDIO	1913 kg/m3
----------	-------------------

Observaciones:

Elaborado por:
 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Anexo 6.8.- Informe de Ensayo Gravedad Específica y Absorción en Arena Zarandeada – MTC E 206

 <p>R.U.C. 20601148464</p>	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Formato	
	I-021.011-2019-SI-AT-Tesis Asfalto		Código:	SI-AT-TA
			Versión:	V-02
			FEF:	1/07/2019

Asunto	: Tema de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"		
Solicitante	: Hugo Germán Lau Marres	Institución:	Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable Laboratorio	: Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	HISAYC S.A.C.
Fecha emisión informe	: 18/10/2019		

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	: Cantera "Jicamarca"
Descripción	: Arena zarandeada

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN (MTC E206)

AGREGADO FINO						
MUESTRA		1	2	3	4	PROMEDIO
A	Peso del mat. sat. superf. Seco (en el aire) (g)	500.00	500.00			
B	Peso fiola calibrada con agua (g)	697.49	697.49			
C	Peso fiola con agua + peso del mat. s.s.s. (g)	1197.49	1197.49			
D	Peso del mat. + peso fiola + H ₂ O (g)	1009.97	1009.40			
E	Vol. de masa + vol. de vacíos (cc)	187.52	188.09			
F	Peso mat. seco en el horno (105°C) (g)	495.56	495.40			
G	Vol. de masa (g)	183.08	183.49			
H	Peso específico bulk (base seca) (g/cc)	2.643	2.634			2.638
I	Peso específico bulk (base saturada) (g/cc)	2.666	2.658			2.662
J	Peso específico aparente (base seca) (g/cc)	2.707	2.700			2.703
K	% de absorción	0.9	0.9			0.9

Observaciones:

Elaborado por:
Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ing. Civil CIP 56346
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



ANEXO 7
COMBINACIÓN TEÓRICA DE MEZCLA
DE AGREGADOS HUSO
GRANULOMÉTRICO

Anexo 7.1.- Análisis Granulométrico Diseño MAC 2 – ASTM C 136

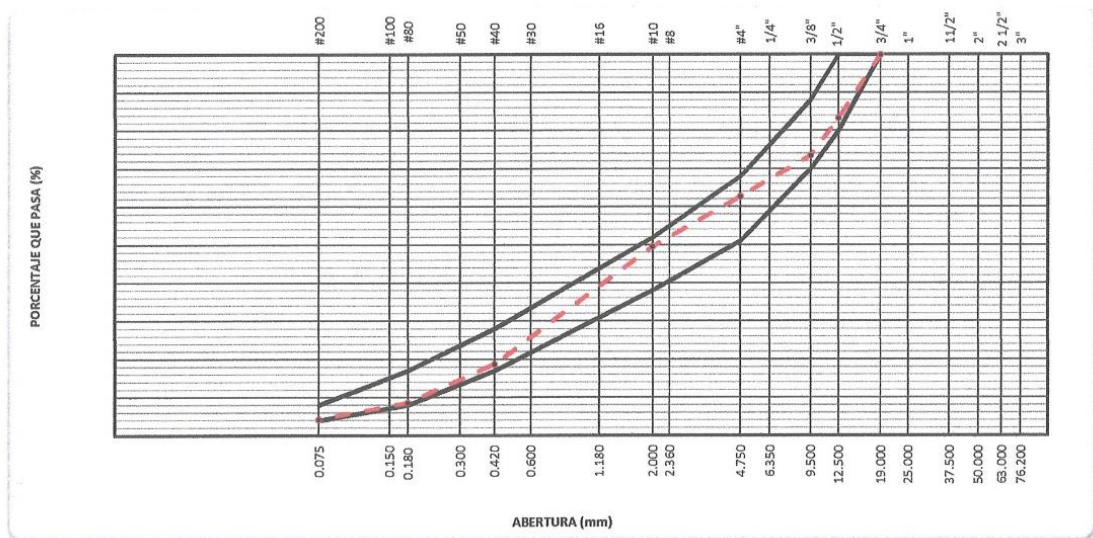
 <p>R.U.C. 20601148404</p>	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Formato	
	I-022.01-2019-SI-AT-Tesis Asfalto		Código:	SI-AT-TA
			Versión:	V.02
			FEF:	1/07/2019

Asunto	: Tema de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"				
Solicitante	: Hugo Germán Lau Marres	Institución:	Universidad Cesar Vallejo	Especialidad:	Ingeniería Civil
Responsable Laboratorio	: Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	HISAYC S.A.C.		
Fecha emisión informe	: 18/10/2019				

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	: Cantera "Icamarca"
Descripción	: Diseño MAC N° 02
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)	

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PESO Retenid.	PORCENTAJE			FORMULA DE TRABAJO	ESPECIFICACIÓN MAC-2		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			Retenido	Acumul.	Pasante				
3"	76.200								Peso total 4441.3 g Fracción finos : 0.0 g
2 1/2"	63.000								
2"	50.000								
1 1/2"	37.500								
1"	25.000								
3/4"	19.000				100.0		100	100	
1/2"	12.500	743.0	16.7	16.7	83.3		80	100	
3/8"	9.500	436.6	9.8	26.6	73.4		70	88	
1/4"	6.350								
# 4	4.750	476.6	10.7	37.3	62.7		51	68	
# 8	2.360	411.8	9.3	46.6	53.4				Observaciones : Según especificación técnica MTC E.G.-2013 (Sección 423) Pavimento de concreto asfáltico en caliente. Mezcla agregados diseño asfalto MAC-2
# 10	2.000	171.7	3.9	50.4	49.6		38	52	
# 16	1.180	840.8	18.9	69.4	30.6				
# 30	0.600								
# 40	0.420	530.4	11.9	81.3	18.7		17	28	
# 80	0.180	448.7	10.1	91.4	8.6		8	17	
# 100	0.150								Arena zarandeada 82.0%
# 200	0.075	192.8	4.3	95.7	4.3		4	8	Grava triturada 38.0%
>200		188.9	4.3	100.0	0.0				

CURVA GRANULOMETRICA



Elaborado por:
Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 

Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ing. Civil CIP 56346
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 

Anexo 7.2.- Informe de Ensayo Marshall con 4,6% de Cemento Asfáltico Tradicional – ASTM D 1559

 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601148464	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Formato	
	I-022.02-2019-SI-AT-Tesis Asfalto		Código:	SI-AT-TA
			Versión:	V-02
			FEF:	1/07/2019

Asunto : Tema de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"
Solicitante : Hugo Germán Lau Marres Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable Laboratorio : Miguel Angel Alfaro Huayanay Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.
Fecha emisión informe : 18/10/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación : Cantera "Jicamarca"
Descripción : Diseño MAC N° 02

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100	100.0	83.3	73.4	62.7	49.6	18.7	8.6	4.3
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					4.6			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					35.58			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					59.82			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla								
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.021			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.641			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.607			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.669			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.635			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1201.0	1196.0	1193.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60"(gr)				1203.0	1197.0	1194.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				669.0	667.0	666.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				534.0	530.0	528.0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.249	2.257	2.259	2.255	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.466			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				8.8	8.5	8.4	8.6	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.619			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.647			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.40			
22	% de Asfalto Efectivo					4.22			
23	Relación Polvo/Asfalto					1.0			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				18.1	17.8	17.7	17.9	14
25	% Vacios llenos con C.A.				51.4	52.3	52.7	52.1	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				11.0	12.0	13.0	12.0	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1602	1447	1478		
28	Factor de estabilidad				0.96	0.96	0.96		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1538	1389	1419	1448	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				5592	4629	4365	4862	1700 - 4000

Elaborado por:
 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Anexo 7.3.- Informe de Ensayo Marshall con 5,1% de Cemento Asfáltico Tradicional – ASTM D 1559

 <p>R.U.C. 20001148464</p>	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-022.03-2019-SI-AT-Tesis Asfalto		Formato	
	Código:	SI-AT-TA	Versión:	V-02
	FEF:	1/07/2019		

Asunto	:	Tema de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"		
Solicitante	:	Hugo Germán Lau Marres	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable Laboratorio	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	HISAYC S.A.C.
Fecha emisión informe	:	18/10/2019		

Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	:	Cantera "Jicamarca"
Descripción	:	Diseño MAC N° 02

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100	100.0	83.3	73.4	62.7	49.6	38.7	8.6	4.3
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.1			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					35.39			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					59.51			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla								
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.021			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc					2.641			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.607			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.669			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.635			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1198.0	1197.0	1194.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60"(gr)				1201.0	1198.0	1196.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				676.0	675.0	673.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				525.0	523.0	523.0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.282	2.289	2.283	2.285	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.448			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				6.8	6.5	6.7	6.7	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.619			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.647			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.40			
22	% de Asfalto Efectivo					4.72			
23	Relacion Filler/Betun					1.1			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				17.3	17.1	17.3	17.2	14
25	% Vacios llenos con C.A.				60.9	61.9	61.0	61.3	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				14.0	12.0	13.0	13.0	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1773	1708	1741		
28	Factor de estabilidad				1.00	1.00	1.00		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1773	1708	1741	1741	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				5066	5693	5356	5372	1700 - 4000

Elaborado por:
Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ing. Civil CIP 56346
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Anexo 7.4.- Informe de Ensayo Marshall con 5,6% de Cemento Asfáltico Tradicional – ASTM D 1559

 R.U.C. 20601148464	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-022.04-2019-SI-AT-Tesis Asfalto	Formato Código: SI-AT-TA Versión: V-02 FEF: 1/07/2019
---	---	--

Asunto	Tema de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"		
Solicitante	Hugo Germán Lau Marres	Institución:	Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable Laboratorio	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	HISAYC S.A.C.
Fecha emisión informe	18/10/2019		

Tipo de muestra	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	Cantera "Jicamarca"
Descripción	Diseño MAC N° 02

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100	100.0	83.3	73.4	62.7	49.6	18.7	8.6	4.3
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.6			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					35.20			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					59.20			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla								
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.021			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4* (Bulk) gr/cc					2.641			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.607			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.669			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.635			
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1201.0	1209.0	1189.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1202.0	1210.0	1190.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				683.0	685.0	675.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				519.0	525.0	515.0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.314	2.303	2.309	2.309	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.416			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				4.2	4.7	4.4	4.5	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.619			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.629			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.15			
22	% de Asfalto Efectivo					5.46			
23	Relacion Filler/Betun					1.3			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				16.6	17.0	16.8	16.8	14
25	% Vacios llenos con C.A.				74.5	72.4	73.5	73.5	
26	Flujo 0,01*(0,25 mm)				13.0	13.0	14.0	13.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1830	1753	1785		
28	Factor de estabilidad				1.00	0.96	1.00		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1830	1683	1785	1766	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				5631	5178	5099	5302	1700 - 4000

Elaborado por:
 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Anexo 7.5.- Informe de Ensayo Marshall con 6,1% de Cemento Asfáltico Tradicional – ASTM D 1559

 <p>R.U.C. 20601148464</p>	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Formato	
	I-022.05-2019-SI-AT-Tesis Asfalto		Código:	SI-AT-TA
			Versión:	V.02
			FEF:	1/07/2019

Asunto	Toma de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"			
Solicitante	Hugo Germán Lau Marres	Institución:	Universidad Cesar Vallejo	Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable Laboratorio	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.		
Fecha emisión informe	18/10/2019			

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	: Cantera "Icamarca"
Descripción	: Diseño MAC N° 02

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)										
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	
% PASA MATERIAL	100	100.0	83.3	73.4	62.7	49.6	18.7	8.6	4.3	
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8	
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla						6.1			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla						35.02			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla						58.88			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla									
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc						1.021			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc						2.641			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc						2.607			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc									
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc						2.669			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc						2.635			
11	Altura promedio de la briqueta cm									
12	Peso de la briqueta al aire (gr)					1190.0	1191.0	1191.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)					1191.0	1192.0	1192.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)					675.0	674.0	677.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)					516.0	518.0	515.0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)					2.306	2.299	2.313	2.306	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)						2.400			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)					3.9	4.2	3.6	3.9	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total						2.619			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total						2.630			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado						0.16			
22	% de Asfalto Efectivo						5.95			
23	Relacion Filler/Betun						1.4			0.6 - 1.3
24	V.M.A.					17.3	17.6	17.1	17.3	14
25	% Vacios llenos con C.A.					77.5	76.2	78.8	77.5	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)					14.0	14.0	14.0	14.0	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)					1740	1770	1724		
28	Factor de estabilidad					1.00	1.00	1.00		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28					1740	1770	1724	1745	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo					4971	5057	4926	4985	1700 - 4000

Elaborado por:
Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ing. Civil CIP 56346
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



ANEXO 8
RESULTADOS MARSHALL
DISEÑO PATRÓN

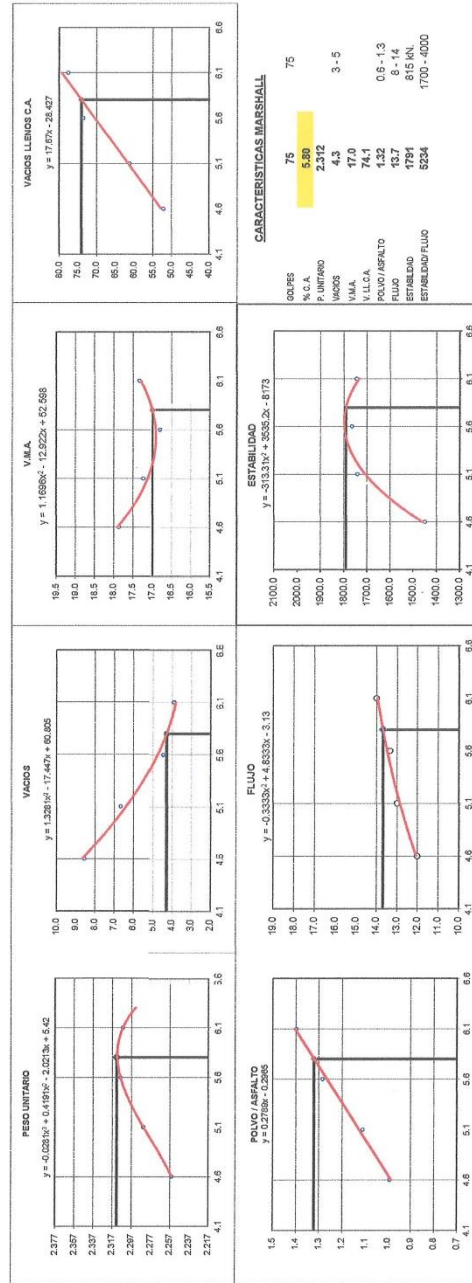
Anexo 8.1.- Determinación del Óptimo de Cemento Asfáltico Tradicional

 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.L.U.C. 20601148464</p>	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Formato
	I-022.07-2019-SI-AT-Tesis Asfalto		SI-AT-TA
			Versión: V-02
		FEF: 1/07/2019	

Asunto : Tema de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"
Solicitante : Hugo Germán Lau Marres Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable Laboratorio : Miguel Angel Alfaro Huayanay Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.
Fecha emisión Informe : 18/10/2019

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 Identificación : Camera "Jicamarca"
 Descripción : Diseño MAC N° 02

DETERMINACIÓN DEL ÓPTIMO DE CEMENTO ASFÁLTICO CURVAS DE ENERGÍA DE COMPACTACIÓN CONSTANTE




Elaborado por:
 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 65546
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 

Anexo 8.2.- Informe de Ensayo Gravedad Específica Teórica Máxima (ASTM D 2041)

 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601148464	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Formato	
	I-022.06-2019-SI-AT-Tesis Asfalto		Código:	SI-AT-TA
			Versión:	V-02
			FEF:	1/07/2019

Asunto	: Tema de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"		
Solicitante	: Hugo Germán Lau Marres	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable Laboratorio	: Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.	Especialidad: Ingeniería Civil
Fecha emisión informe	: 16/10/2019		

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	: Canteras "Jicamarca"
Descripción	: Diseño MAC N° 02

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)					
MUESTRA N°	01	02	03	04	05
1.- PESO DEL FRASCO	6047.0	6047.0	6047.0	6047.0	
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	8198.0	8198.0	8198.0	8198.0	
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	7713.0	7709.0	7703.0	7700.0	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8909.0	8906.0	8899.0	8895.0	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1196.0	1197.0	1196.0	1195.0	
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	485.0	489.0	495.0	498.0	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.466	2.448	2.416	2.400	
CONTENIDO % C.A.	4.60	5.10	5.60	6.10	

Observaciones :

--

Elaborado por:
 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:

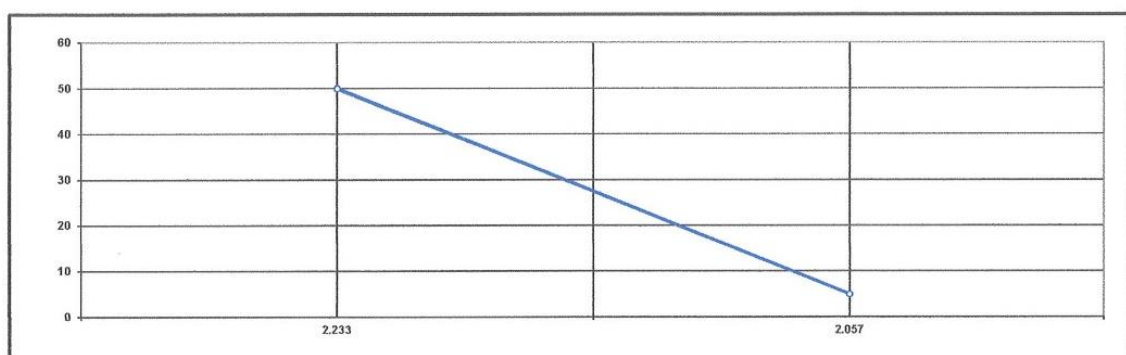


Anexo 8.3.- Informe de Ensayo Índice de Compactibilidad

 <p>R.U.C. 20601140464</p>	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-022.08-2019-SI-AT-Tesis Asfalto	Formato	
		Código:	SI-AT-TA
		Versión:	V-02
		FEF:	1/07/2019

Asunto	: Tema de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"		
Solicitante	: Hugo Germán Lau Marres	Institución:	Universidad Cesar Vallojo
Responsable Laboratorio	: Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	HISAYC S.A.C.
Fecha emisión informe	: 18/10/2019		

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	: Cantera "Jicamarca"
Descripción	: Diseño MAC N° 02
INFORME DE ENSAYO ÍNDICE DE COMPACTIBILIDAD	



Nº de Muestras	01	02	03	04
Nº de Golpes Marshall	50	50	5	5
1.- Peso Briqueta al Aire	1183.0	1185.1	1186.6	1184.9
2.- Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca	1190.6	1192.2	1205.5	1204.6
3.- Peso por Desplazamiento	659.4	662.9	632.5	624.9
4.- Volumen de la Briqueta	631.2	629.3	673.0	679.8
5.- Peso Unitario (Gr./cc)	2.227	2.239	2.071	2.044
PROMEDIOS	2.233		2.057	

2.233	2.057
50	5

1
0.176
GEB(50) - GEB(5)

IC =	5.69
------	------

Elaborado por:
Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ing. Civil CIP 56346
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Anexo 8.4.- Informe de Ensayo de Resistencia Conservada (AASHTO T 283)

 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601148464</p>	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-022.09-2019-SI-AT-Tesis Asfalto	Formato	
		Código:	SI-AT-TA
		Versión:	V.02
		FEF:	1/07/2019

Asunto	: Tema de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"		
Solicitante	: Hugo Germán Lau Marres	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable Laboratorio	: Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	HISAYC S.A.C.
Fecha emisión Informe	: 18/10/2019		

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	: Cantera "Jicamarca"
Descripción	: Diseño MAC N° 02

INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA CONSERVADA (AASHTO T283)

N° DE PROBETAS	Grupo seco			Grupo húmedo		
	01	02	PROMEDIO	04	05	06
1	10.15	10.17		10.15	10.15	
2	6.69	6.71		6.70	6.73	
3	5.80	5.80		5.80	5.80	
4	1194.0	1196.6		1197.6	1196.1	
5	1199.6	1201.7		1203.5	1204.6	
6	666	666		670	670	
7	533.4	533.4		533.7	534.8	
8	2.238	2.243		2.244	2.236	
9	7.4	7.2		7.1	7.4	
10	286	263		199	199	
13	2.5	2.5	2.5			
14	75	74	75			
15	Promedio Estabilidad (30 Minutos) (kg)			251		
16	Promedio Estabilidad (24 Horas) (kg)			200		
17	Resistencia conservada (%)			80		

Observaciones :

Elaborado por:
Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ing. Civil CIP 56346
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Anexo 8.5.- Diseño de Mezcla en Caliente – Método Illinois

 R.U.C. 20601148464	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Formato	
	I-022.010-2019-SI-AT-Tesis Asfalto		Código:	SI-AT-TA
			Versión:	V-02
			FEF:	1/07/2019
Asunto : Tema de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"				
Solicitante : Hugo Germán Lau Marres Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil				
Responsable Laboratorio : Miguel Angel Alfaro Huayanay Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.				
Fecha omisión informe : 18/10/2019				
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)				
Identificación : Cantera "Jicamarca"				
Descripción : Diseño MAC N° 02				
DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO (RESUMEN)				

1.- Mezcla de agregados (Dosificación)

Agregado grava triturada TMN 1/2"	(Cantera "Jicamarca")	: 62 %
Agregado arena zarandeada	(Cantera "Jicamarca")	: 38 %
Filler		: 0 %
Gradación		: MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)"

2.- Ligante asfáltico

Tipo de asfalto	: PEN 60 / 70
% óptimo de asfalto residual	: 5.8%

3.- Características marshall modificado

Parámetros de diseño	- 0.2 %	% Óptimo	+0.2 %	Especificación EG 2013
GOLPES N°		75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO %	5.60	5.80	6.00	
PESO UNITARIO kg/m ³	2.309	2.312	2.310	
VACIOS %	4.8	4.3	3.9	3 - 5
V.M.A. %	16.9	17.0	17.2	
V. LL. C.A. %	70.5	74.1	77.6	
POLVO / ASFALTO %	1.3	1.3	1.4	0.6 - 1.3
FLUJO mm	13.5	13.7	13.9	8 - 14
ESTABILIDAD kN	18.0	17.9	17.6	8,15
ESTABILIDAD/ FLUJO kg/cm	5335,8	5233,9	5072,6	1700 - 4000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Mpa		2,5		2,1
RESISTENCIA RETENIDA %		75		75

Elaborado por:
 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Firma: 

Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 

ANEXO 9
RESULTADOS MARSHALL
DISEÑO MODIFICADO
(% CENIZAS DE BAMBÚ)

Anexo 9.1.- Informe de Ensayo Marshall Adicionando 1,0% Ceniza de Bambú (ASTM D 1559)

 <p>R.U.C. 20601148464</p>	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-022.011-2019-SI-AT-Tesis Asfalto	Formato	
		Código:	SI-AT-TA
		Versión:	V-02
		FEF:	1/07/2019

Asunto	: Tema de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"		
Solicitante	: Hugo Germán Lau Marres	Institución: Universidad Cesar Vallejo	Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable Laboratorio	: Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.	
Fecha emisión informe	: 18/10/2019		

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	: Cantera "Jicamarca"
Descripción	: Diseño MAC N° 02 adicionando 1.0 % de ceniza de bambú en la mezcla.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 60	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	83.3	73.4	62.7	49.6	18.7	8.6	4.3
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.80			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					35.13			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					58.13			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.94			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) (gr/cc)					1.021			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) (gr/cc)					2.683			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) (gr/cc)					2.622			
8	Peso Especifico de la Ceniza de Bambú (Aparente) (gr/cc)					1.520			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) (gr/cc)					2.728			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) (gr/cc)					2.669			
11	Altura promedio de la briqueta (cm)								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1179.0	1189.0	1189.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60" (gr)				1180.0	1191.0	1190.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				675.0	680.0	679.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				505.0	511.0	511.0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.335	2.327	2.327	2.329	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.424			
18	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				3.7	4.0	4.0	3.9	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.626			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.648			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.32			
22	% de Asfalto Efectivo					5.50			
23	Relación Polvo/Asfalto					1.3			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				16.2	16.5	16.5	16.4	14
25	% Vacíos llenos con C.A.				77.4	75.8	75.8	76.3	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				14.0	14.0	14.0	14.0	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1030	995	1087		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.00	1.00		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1071	995	1087	1051	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				3061	2842	3106	3003	1700 - 4000

Elaborado por:
Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ing. Civil CIP 56346
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Anexo 9.2.- Informe de Ensayo Marshall Adicionando 2,0% Ceniza de Bambú (ASTM D 1559)

 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.L.C. 20601148464</p>	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Formato	
	I-022.012-2019-SI-AT-Tesis Asfalto		Código:	SI-AT-TA
			Versión:	V.02
			FEF:	1/07/2019

Asunto	Toma de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"		
Solicitante	Hugo Germán Lau Marros	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable Laboratorio	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	HISAYC S.A.C.
Fecha emisión informe	18/10/2019		

Tipo de muestra	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	Cantora "Jicamarca"
Descripción	Diseño MAC N° 02 adicionando 2.0 % de ceniza de bambú en la mezcla.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)

TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	83.3	73.4	62.7	49.6	18.7	8.6	4.3
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRQUETA N°					1	2			PROMEDIO ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.80			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					35.13			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					57.19			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					1.88			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.021			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.683			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.622			
8	Peso Especifico de la Ceniza de Bambú (Aparente) (gr/cc)					1.520			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.728			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.669			
11	Altura promedio de la briqueta (cm)								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)				1190.0	1193.0	1189.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1192.0	1194.0	1190.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				685.0	685.0	683.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				507.0	509.0	507.0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.347	2.344	2.345	2.345	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.408			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				2.5	2.6	2.6	2.6	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.607			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.627			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					0.31			
22	% de Asfalto Efectivo					5.51			
23	Relacion Filler/Betun					1.3			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				15.2	15.3	15.3	15.2	14
25	% Vacios llenos con C.A.				83.5	82.7	83.0	83.1	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				13.0	14.0	14.0	13.7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1537	1554	1520		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.00	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1599	1554	1581	1578	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				4919	4439	4518	4626	1700 - 4000

Elaborado por:
Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ing. Civil CIP 56346
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Anexo 9.3.- Informe de Ensayo Marshall Adicionando 3,0% Ceniza de Bambú (ASTM D 1559)

 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601140464</p>	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-022.013-2019-SI-AT-Tesis Asfalto	Formato	
		Código:	SI-AT-TA
		Versión:	V-02
		FEF:	1/07/2019

Asunto	: Tema de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"		
Solicitante	: Hugo Germán Lau Marres	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable Laboratorio	: Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	HISAYC S.A.C.
Fecha omisión informe	: 18/10/2019		

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	: Cantera "Jicamarca"
Descripción	: Diseño MAC N° 02 adicionando 3.0 % de ceniza de bambú en la mezcla.

INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100.0	100.0	83.3	73.4	62.7	49.6	18.7	8.6	4.3
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla								
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla								
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla								
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla								
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc								
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc								
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc								
8	Peso Especifico de la Ceniza de Bambú (Aparente) (gr/cc)								
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc								
11	Altura promedio de la briqueta cm								
12	Peso de la briqueta al aire (gr)								
13	Peso de la briqueta al agua por 60" (gr)								
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)								
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)								
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)								
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)								
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)								
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total								
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total								
21	Asfalto Absorbido por el Agregado								
22	% de Asfalto Efectivo								
23	Relacion Filler/Betun								
24	V.M.A.								
25	% Vacios llenos con C.A.								
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)								
27	Estabilidad sin corregir (Kg)								
28	Factor de estabilidad								
29	Estabilidad Corregida 27 * 28								
30	Estabilidad / Flujo								

Elaborado por:
Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ing. Civil CIP 56346
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Anexo 9.4.- Informe de Ensayo de Gravedad Específica Teórica Máxima (ASTM D 2041)

 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601148464</p>	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Formato	
	I-022.014-2019-SI-AT-Tesis Asfalto		Código:	SI-AT-TA
			Versión:	V-02
			FEF:	1/07/2019

Asunto	: Tema de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"		
Solicitante	: Hugo Germán Lau Marres	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable Laboratorio	: Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	HISAYC S.A.C.
Fecha emisión informe	: 18/10/2019		

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	: Cantera "Jicamarca"
Descripción	: Diseño MAC N° 02 adicionando diferentes porcentajes de ceniza de bambú.

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)

MUESTRA	Ceniza de bambú 1.0 %	Ceniza de bambú 2.0 %	Ceniza de bambú 3.0 %		
1.- PESO DEL FRASCO	6047.0	6047.0	6047.0		
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	8198.0	8198.0	8198.0		
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	7700.0	7695.0	7690.0		
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8907.0	8906.0	8900.0		
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1207.0	1211.0	1210.0		
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	498.0	503.0	508.0		
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.424	2.408	2.382		
CONTENIDO % C.A.	5.80	5.80	5.80		

Observaciones :
--

Elaborado por:
Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




Revisado por:
Juan Carlos Zapata Silva
Ing. Civil CIP 56346
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:

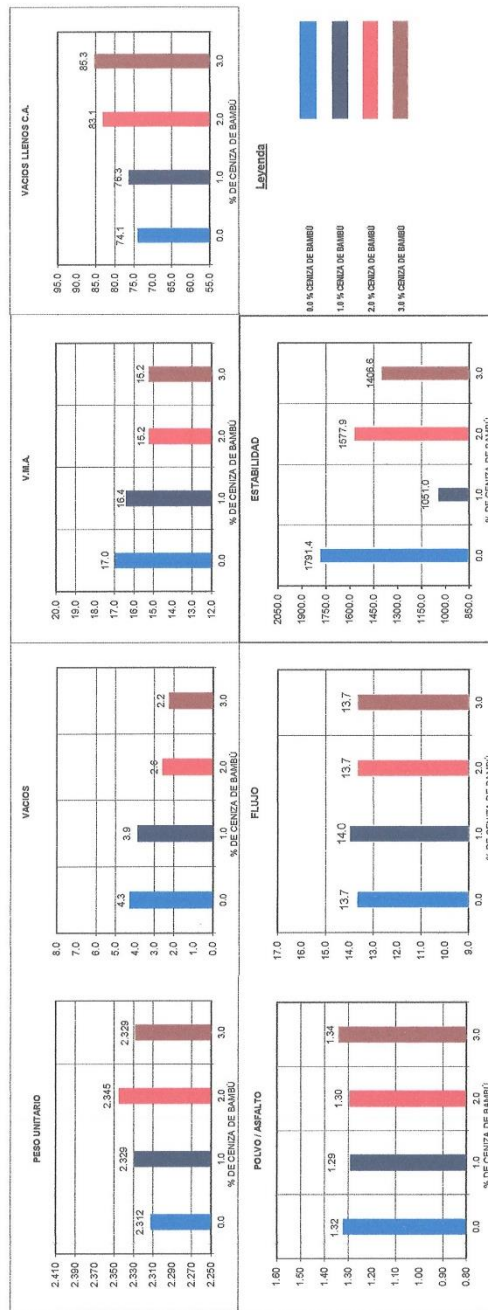


Anexo 9.5.- Comparativo de Resultados adicionando % Cenizas de Bambú

 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.L.C. 20601148464</p>	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-022.015-2019-SIAT-Tesis Asfalto		Formato SIAT.TA
	Código:	V.02	
FEF:			1/07/2019

Asunto : Tema de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"
Solicitante : Hugo Germán Lau Marres **Institución:** Universidad Cesar Vallejo **Especialidad:** Ingeniería Civil
Responsable Laboratorio : Miguel Angel Alfaro Huayanay **Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.**
Fecha emisión informe : 18/10/2019

COMPARATIVO DE RESULTADOS ADICIONANDO DIFERENTES PORCENTAJES DE CENIZA DE BAMBÚ
(GRÁFICOS DE BARRAS)



Elaborado por:
 Miguel Angel Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.
 Firma: 

Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIF 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.
 Firma: 

Esta información es de exclusiva responsabilidad del solicitante. Prohibido su reproducción parcial o total sin la autorización de HIS Asesores y Consultores S.A.C.

Anexo 9.6.- Resumen Diseño Mezcla en Caliente (% Ceniza de Bambú)

 <p>R.U.C. 20601148464</p>	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-022.016-2019-SI-AT-Tesis Asfalto	Formato	
		Código:	SI-AT-TA
		Versión:	V-02
		FEF:	1/07/2019

Asunto	: Tema de tesis "Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú - LIMA, 2019"		
Solicitante	: Hugo Germán Lau Marres	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable Laboratorio	: Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	HISAYC S.A.C.
Fecha emisión informe	: 18/10/2019		

Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
Identificación	: Cantera "Jicamarca"
Descripción	: Diseño MAC N° 02 adicionando diferentes porcentajes de ceniza de bambú.
DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO (RESUMEN)	

1.- Mezcla de agregados (Dosificación)

Agregado grava triturada TM 1/2" (Cantera "Jicamarca")
 Agregado arena zarandeada (Cantera "Jicamarca")
 Filler (Ceniza de bambú)

N°01	N°02	N°03	N°04
38.0 %	38.0 %	38.0 %	38.0 %
62.0 %	61.0 %	60.0 %	59.0 %
0 %	1.0 %	2.0 %	3.0 %

Gradación : MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)"

2.- Ligante asfáltico

Tipo de asfalto : PEN 60 / 70
 % optimo de asfalto residual : 5.8%

3.- Características marshall modificado

Comparativos de parámetros variando % de cenizas de bambú		N°01	N°02	N°03	N°04	Especificación EG 2013
		Ceniza de bambú 0.0%	Ceniza de bambú 1.0%	Ceniza de bambú 2.0%	Ceniza de bambú 3.0%	
GOLPES	N°	75.0	75.0	75.0	75.0	75
CEMENTO ASFÁLTICO	%	5.80	5.80	5.80	5.80	
PESO UNITARIO	kg/m3	2.312	2.329	2.345	2.329	
VACIOS	%	4.3	3.9	2.6	2.2	3 - 5
V.M.A.	%	17.0	16.4	15.2	15.2	
V. L.L.C.A.	%	74.1	76.3	83.1	85.3	
POLVO / ASFALTO	%	1.32	1.29	1.30	1.34	0.6 - 1.3
FLUJO	mm	13.7	14.0	13.7	13.7	8 - 14
ESTABILIDAD	kN	17.9	10.5	15.8	14.1	8,15
ESTABILIDAD/ FLUJO	kg/cm	5233.9	3002.8	4625.5	4136.1	1700 - 4000

Elaborado por:
 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Revisado por:
 Juan Carlos Zapata Silva
 Ing. Civil CIP 56346
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



ANEXO 10
PANEL
FOTOGRAFICO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS

Se consideró la normativa MTC E 204, teniendo dicha norma como objetivo de la curva granulométrica su trazo, su tamizado y de los porcentajes que pasan en cada malla su peso. Se obtuvo por medio de cuarteo manual tanto el agregado grueso (piedra triturada) y fina (arena triturada).



Figura 32. Cuarteo manual agregado grueso (piedra triturada)



Figura 33. Cuarteo manual agregado fino (arena zarandeada)

Previo al tamizado de la muestra según la norma ASTM C136, procedemos a lavar y secar la muestra, posteriormente fue llevada al horno en un intervalo de 24 horas a 110 ± 5 °C. para luego tamizar la muestra para cada agregado. Se pesó el material retenido en cada malla y se saturó la mezcla.



Figura 34. Tamizado y saturación agregado grueso (grava triturada)



Figura 35. Tamizado, saturación y secado al horno diseño MAC-2



Figura 36. Esferas y máquina Los Ángeles



Figura 37. Ensayo equivalente de arena

PREPARACIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE (PATRÓN):

Para la fabricación de cada briqueta; en recipientes tarados, se pesó la dosificación respectiva de agregados (grava triturada, arena zarandeada) y asfalto PEN 60/70 (porcentaje en peso de la mezcla) correspondiente a la fabricación de cada briqueta.

Adicionalmente, se pesaron por separado una cantidad suficiente de agregados y asfalto para realizar el ensayo correspondiente al cálculo de la gravedad específica de la mezcla asfáltica sin compactar.



Figura 38. Preparación mezcla asfáltica en caliente (patrón)

Las mezclas asfálticas preparadas fueron colocadas en un recipiente metálico y llevadas al horno (proceso de curado de la mezcla), a una temperatura de 8 a 11°C por encima de la temperatura de compactación, con la finalidad que el ligante sea absorbido por el agregado completamente.



Figura 39. Mezcla asfáltica patrón llevada a horno

Finalizado el tiempo de curado, se puede realizar el cálculo de Gravedad específica máxima de la mezcla asfáltica sin compactar; Ensayo RICE ASTM D 2041, este nos permitió determinar el contenido de vacíos en la mezcla (con porcentajes distintos de ligante), se colocó el material frío en el molde, sumergido en agua (25°C) y colocado en el equipo rice que eliminará el aire.



Figura 40. Ensayo Rice mezcla asfáltica suelta (sin compactar)

Luego del proceso de curado, la mezcla es colocada en los moldes (pre calentados), preparándose 3 briquetas por cada contenido de ligante, variando de 0,5% una de otra; utilizamos 4,6%, 5,1%, 5,5% y 6,1% (12 briquetas).



Figura 41. Ingreso de la mezcla asfáltica en el molde pre calentado

Ambas caras de las briquetas recibieron el mismo número de golpes (75 golpes a un tráfico pesado) con el martillo de compactación calibrado, después de este proceso fueron enfriadas a temperatura ambiente.



Figura 42. Compactación y especímenes enfriados a temperatura ambiente

Fueron extraídos de los moldes e identificadas de acuerdo al porcentaje de cemento asfáltico que contienen cada uno.



Figura 43. Identificación de acuerdo al porcentaje de cemento asfáltico

Para calcular la Gravedad Específica Bulk de la mezcla compactada, se tomaron las medidas del espesor y ancho de las briquetas, sus pesos secos. Se sumergieron las briquetas en agua y se dejaron saturar por unos minutos, se retiraron del agua (25°C) y se pesaron (peso saturado seco).

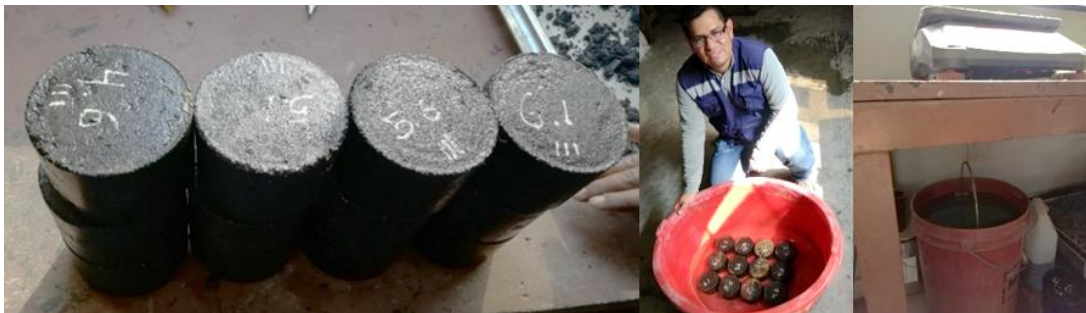


Figura 44. Gravedad específica Bulk

Concluido el cálculo de Gravedad Específica Bulk de la mezcla compactada, las briquetas se colocaron en Baño María durante 30 a 40 minutos a 60°C de temperatura. Finalmente, estas son retiradas, secadas y colocadas en una mordaza de Prensa Marshall (previamente calentada), y se procedió a la lectura de Estabilidad y Fluencia.



Figura 45. Baño María, lectura estabilidad y fluencia (mezcla patrón)

PREPARACIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE (% CENIZA DE BAMBÚ):

Se tomaron 2 culmos (varas según gráfica) de bambú de un metro de largo, de la especie *Guadua affinis angustifolia*. Se procedió a triturar con una comba los culmos del bambú, lo cual facilitó el proceso de incinerar el material. En una superficie plana se incineró por espacio de 2 horas.



Figura 46. Culmos y proceso de incineración del bambú

Se obtuvo ceniza y retazos de bambú quemado, no teniendo bibliografía con respecto al tamiz de malla que se tendría que utilizar para este material, se tomó la malla N°10 y se obtuvo dicha granulometría 300 grs. de la ceniza.

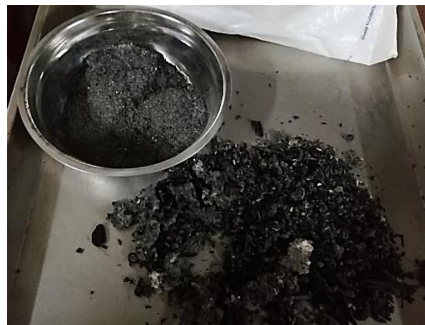


Figura 47. Resultado de la incineración de los culmos

Se realizó los procedimientos del ensayo Marshall (9 briquetas) de forma análoga que la mezcla patrón, se incorporó adicionalmente del diseño de mezcla distintos porcentajes de ceniza de bambú (1,0%, 2,0% y 3%).



Figura 48. Elaboración mezcla asfáltica incorporando cenizas de bambú

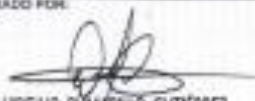

Posteriormente se realizan las pruebas mecánicas, para estimar los parámetros de resistencia de la mezcla asfáltica, con el fin de calificar la influencia de la compactación bajo diferentes condiciones de falla.



Figura 49. Lectura estabilidad y fluencia (% de ceniza de bambú)

INFORME DE ENSAYO (ASFALTO SOLIDO 60/70 PEN)

N° BRCO-LAB-3010-2019

FECHA DE REPORTE: 15.08.2018	FECHA DE RECEPCIÓN 15.08.2018	CÓDIGO DE MUESTRA: 17939			
HORA DE RECEPCIÓN: 06:28 HORAS	PROCEDENCIA: "JEFATURA OPERACIONES"	BUQUETANQUE: ---			
TANQUE DE MUESTREO: 59	VOLUMEN CERTIFICADO: ---	DESTINO: "PLANTA CONCHÁN"			
ENSAYOS	MÉTODO ASTM [®]	OTRO MÉTODO	RESULTADOS DEL ANÁLISIS	ESPECIFICACIONES	
				MÍN.	MAX.
PENETRACIÓN:					
a 25°C, 100 gr, 5 seg., 1/10 mm	D 5-13		64	60	70
DUCTILIDAD:					
a 25°C, 5 cm/min, cm	D 113-07		>100	100	
FLUÍDEZ:					
- Viscosidad Cinemática a 100°C, cSt	* D 2110-10		375s	Reportar	
- Viscosidad Cinemática a 135°C, cSt	D 2110-10		379.0	200	
SOLUBILIDAD:					
Solubilidad en Tricloroetano, % masa	D 2042-15		96.7	90	
VOLATILIDAD:					
Punto de Inflamación, C.O.C., °C	D 92-10a		290	232	
DENSIDAD:					
Gravedad API a 60°F, °API	D 70-06 ¹⁷		6.8	Reportar	
Gravedad Específica a 60/60°F	D 70-06 ¹⁷		1.023	Reportar	
SUSCEPTIBILIDAD TÉRMICA:					
Punto de Ablandamiento, °C	D 35-14a1		66.0	Reportar	
Índice de Penetración					
Efecto de Calor y Aire (Pelota Final)	D 1754-09(2014)		-0.8	-1	+1
- Cambio de Masa, % masa del Original			0.37	0.8	
- Penetración Retenida, % del Original	D 5-13		79	52	
- Ductilidad a 25°C, 5 cm/min, cm	D 113-07		72	50	
ADHERENCIA:					
Revestimiento y Desprendimiento, %	D 3825-12		> 95	Reportar	
OBSERVACIONES:					
1. Los resultados corresponden sólo a la muestra analizada.					
2. La muestra fue proporcionada por el cliente.					
La temperatura óptima de mezcla para este producto se encuentra entre 135 y 154°C					
Se adjunta Carta Viscosidad - Temperatura					
3. (A) American Society for Testing and Materials					
ORIGINAL: CLIENTE	ELABORADO POR:	APROBADO POR:			
COPIA 1: ARCHIVO GENERAL DE INTERIORES DE DISTRITO					
COPIA 2: INFORME DE ENSAYO DE PRODUCCIÓN	VIRGLIO POMARILLO GUTIÉRREZ FICHA: 54377				

BRCOLAB-PT-416-F-06, Rev. 5

Pag 1 de 2

FIN DE INFORME

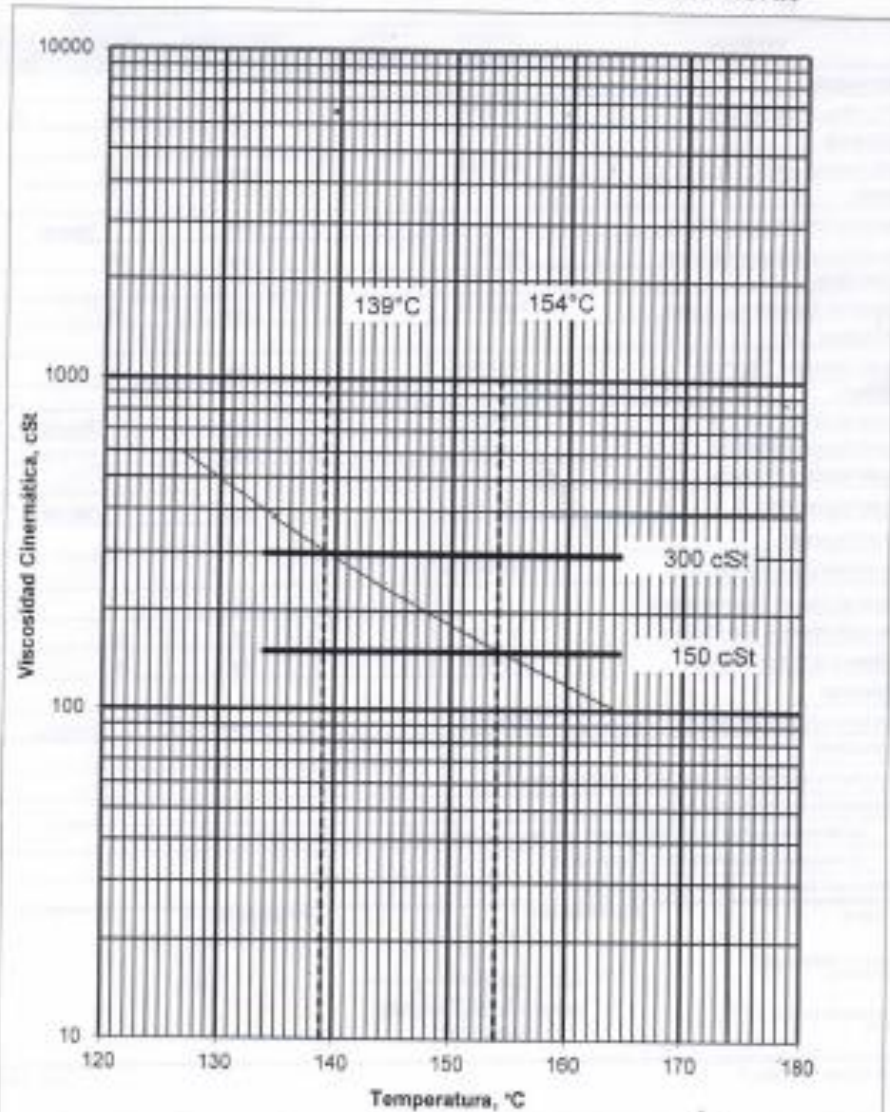
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN AUTORIZACIÓN DE PETROPERU



Oficina Principal: Av. Enrique Casimiro Moreyra 158, Lima 21 - Perú
 Refinería Conchán: Km. 25.5, Antigua Panamericana Sur - Lima - Perú
 Tel.: (511) 315-4330
 Portal corporativo: <http://www.petroperu.com.pe>
 Sociedad inscrita en la Partida N° 11614754 del Registro de Personas Jurídicas

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN AUTORIZACIÓN DE PETROPERU

Carta Viscosidad - Temperatura ASTM D 341
Rango de Temperatura Optima de Mezcla
TQ. 59 - C. A. 60 / 70 PEN. - 15.09.2019 - 06:20 horas



Virgilio Pumapilo Gutiérrez
VIRGILIO PUMAPILO GUTIÉRREZ
FICHA: 54377

Pag 2 de 2



CONTRATO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS

Conste por el presente **contrato de prestación de servicio de asesoría en ensayos de laboratorio de, suelo, concreto y asfalto para investigación de tesis de pregrado**, que celebran de una parte el Sr. **Hugo German Lau Marres**, identificado con DNI N° 41413699, con domicilio en Prolongación Pacífico Mz. A Lt 25B – San Martín de Porres - Lima, que en adelante se denominará “**EL CLIENTE**” y de la otra parte, el Sr. **Miguel Angel Alfaro Huayanay** identificado con DNI N° 41178574, con domicilio en la Av. Túpac Amaru 7380 distrito de Comas - Lima, a quien en adelante se le denominará “**EL PRESTADOR**”; se establecen los términos siguientes:

Primero.- EL CLIENTE es persona natural de derecho privado, con ocupación de estudiante universitario de la especialidad de Ingeniería Civil a la firma del contrato.

Segundo.- EL PRESTADOR, es una persona natural con las competencias certificadas de Técnico de Laboratorio de suelos, concreto y asfalto.

Tercero.- EL CLIENTE requiere del servicio de asesoría en ensayos de laboratorio de suelo, concreto y asfalto para investigación de tesis de pregrado.

Cuarto.- EL CLIENTE abonará el 50% del monto total al momento de la firma del presente y el otro 50% con la entrega del informe final de resultados de ensayos del tema de investigación “Evaluación del comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente incorporando cenizas de bambú – Lima, 2019”.

Quinta.- Acerca del monto total del servicio se acuerda en 3250.00 soles (tres mil doscienta cincuenta soles) y la vigencia del contrato es de tres semanas desde el inicio de los ensayos.

Sexto.- EL CLIENTE acuerda que toda discrepancia o controversia que se suscite en relación con la interpretación, ejecución, validez o eficiencia de este contrato, se tratará en una reunión de conciliación y si la discrepancia o controversia persistente se someten expresamente a las leyes peruanas y a la jurisdicción de los Juzgados y Salas del Distrito Judicial de Lima.

Leído que fue el presente contrato por las partes y enteradas de la fuerza y contenido legal del mismo, lo firman, por duplicado, en Comas, a los doce (12) días del mes de octubre del 2018.

EL CLIENTE



Hugo German Lau Marres

EL PRESTADOR



Miguel Angel Alfaro Huayanay

ANEXO 11
CERTIFICADOS DE
CALIBRACIÓN EQUIPOS
DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**N° 022-19 BAL****OTORGADO A** : CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.**CERTIFICA QUE** : El instrumento de medición con el modelo y nro. de serie indicados líneas abajo, ha sido calibrado, probado y verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad en el Instituto Nacional de Calidad INACAL.

Instrumento de medición : Balanza Digital.
Capacidad : 30 kg.
Marca : OHAUS
Modelo : EB-30
Nro de Serie : 8032142883
Fecha de Calibración : 30.01.2019
Próxima Calibración : 30.07.2019

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Polanco
ITE DE LA CONSTRUCCION
CP. 50221

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGUN NORMA METROLÓGICA NMP 003-1996 Y PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO PARA BALANZAS DE CLASE I Y CLASE II

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

$U = 1 \text{ gr.} + 0.00034$

PATRONES

01 Pesa de 10 kg, 01 Pesa de 5 kg, 01 Pesa de 1 kg, 01 Pesa 500 gr, 01 Jgo de Pesas de 1 mg a 500 gr, CERTIFICADOS LM-195-2018, LM-205-2018, LM-207-2018, LM-194-2018, PE18-C-0476

TRAZABILIDAD

Las pesas tienen trazabilidad a los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de la Calidad-INACAL.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Temperatura Inicial 26.0°C Final 26.1°C
Humedad Relativa 81 %

RESULTADO DE LA MEDICION

Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma metrológica consultada.

OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado en la balanza una etiqueta con el nro. del certificado.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**N° 270-17 BAL****OTORGADO A** : CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.**CERTIFICA QUE** : El instrumento de medición con el modelo y nro. de serie indicado líneas abajo, ha sido calibrado, probado y verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad en el Instituto Nacional de Calidad INACAL.

Instrumento de medición : Balanza Digital
Capacidad : 2100 gr.
Marca : OHAUS
Modelo : PAJ2102
Serie : 8132050495
Fecha de Calibración : 20.11.2017
Próxima Calibración : 20.05.2018

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
Ing. Luis Toboado Polanco
Instituto Nacional de Calidad
C.P. 50251

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN NORMA METROLÓGICA NMP 003-1996 Y PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO PARA BALANZAS DE CLASE I Y CLASE II

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

$U = 0.1 \text{ gr.} + 0.0020$

PATRONES

01 Pesa de 10 kg, 01 Pesa de 5 kg, 01 Pesa de 1 kg, 01 Pesa 500 gr, 01 Jgn. de Pesas de 2 mg a 200 gr.

CERTIFICADOS LM-C-088-2017, LM-C-076-2017, LM-C-051-2017

TRAZABILIDAD

Las pesas tienen trazabilidad a los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de la Calidad-INACAL.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Temperatura Inicial 22.1°C Final 22.1°C
Humedad Relativa 80%

RESULTADO DE LA MEDICIÓN

Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma metrológica consultada.

OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado en la balanza una etiqueta con el nro. del certificado.

CERTIFICADO N° 006-19 BM

**CALIBRACIÓN DE CONSERVADOR BAÑO
MARIA**

SOLICITANTE: CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.

EQUIPO:

Marca : THERMO SCIENTIFIC
Modelo : 2838
Cámara : 10 lL
Serie : 113685-149
Tipo de Ventilación : Natural
Punto de Operación : 60 °C

FECHA: Huachipa, 30 de Enero de 2019

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Luis Taborda Polanco
ING. DE LABORATORIO
DR. 56331

1. CLIENTE CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.

Dirección La Calibración se efectuó en Cafete.

2. EQUIPO : Conservador Baño María.

Marca : Humboldt
 Modelo : H-1390
 Procedencia : USA
 Cámara : 30 l
 Punto de Operación : 60 °C
 Punto de Operación : 25 °C

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
 Ing. Luis Tejada Palacios
 RFE DE LABORATORIO
 CP-50331

2.1 INDICADOR : TERMOSTATO

Alcance : 0°C a 200°C
 División de escala : 1 °C

2.2 SENSOR : TIPO Termostato

Alcance : 0°C a 200°C
 División de escala : 1 °C

3. METODO DE CALIBRACIÓN.

- SNM - PC-007 - Procedimiento de Calibración de Estufas e Incubadoras. INACAL.

4. PATRÓN DE CALIBRACIÓN.

- Calibrador de Temperatura Marca MMC, Mod. SESAME, N/S 12180. (5 sensores) con termocopias Tipo "T"
- Calibrador de Temperatura Marca MMC, Mod. SESAME, N/S 12020. (5 sensores). Con termocopias Tipo "T"
- Patrón de calibración Marca AA PRECISION, N/S TO-001 Informe de calibración de INACAL N° LT-093-2017

5. RESULTADOS

5.1 CONDICIONES AMBIENTALES.

- Temperatura : 22,4°C
 - Humedad Relativa : 80%
 - Presión Atmosférica : 101,40 mbar.

5.2 INSPECCION VISUAL.

- El equipo se encuentra en buen estado de conservación (usado).

5.3 CONTROL DE DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA.

- En función del tamaño de la cámara del equipo se han instalado 10 sensores (Termocopias) distribuidos de acuerdo a los esquemas indicados en las Páginas siguientes.
- Los valores de temperatura expresados en el ensayo corresponden a los valores alcanzados luego de haber estabilizado la temperatura dentro de la cámara. Los datos de los ensayos ejecutados, así como las curvas correspondientes a los 10 sensores utilizados, se detallan en las páginas siguientes.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Antes de utilizar este equipo, verificar que los resultados del presente certificados, correspondan con los requisitos establecidos en los ensayos a ejecutar.
- La periodicidad de las calibraciones esta en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo.

ENSAYOS:

1. Control de la distribución de la temperatura:

Ensayo para un valor esperado de: 60 °C

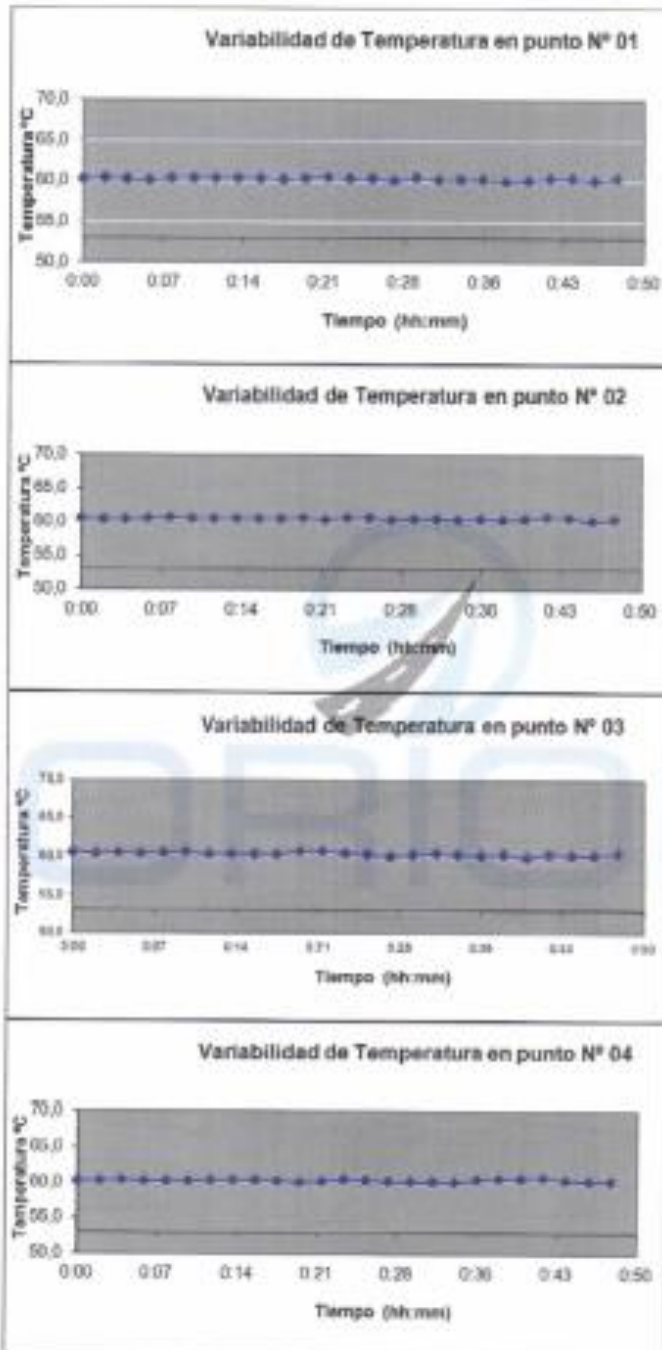
ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
ITE DE LABORATORIO
C.P. 30221

Tiempo (hh:mm)	Parámetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C					T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5		
0:00	53	60.1	60.4	60.3	60.2	60.6	60.3	0.5
0:02	53	60.2	60.3	60.2	60.2	60.6	60.3	0.4
0:04	53	60.1	60.3	60.3	60.3	60.5	60.3	0.4
0:06	53	60.0	60.4	60.2	60.1	60.6	60.3	0.6
0:08	53	60.2	60.6	60.3	60.1	60.4	60.3	0.5
0:10	53	60.2	60.5	60.4	60.1	60.6	60.4	0.5
0:12	53	60.3	60.4	60.1	60.3	60.3	60.3	0.3
0:14	53	60.2	60.5	60.2	60.3	60.9	60.4	0.7
0:16	53	60.3	60.4	60.2	60.3	60.9	60.4	0.7
0:18	53	60.1	60.5	60.2	60.2	60.7	60.3	0.6
0:20	53	60.3	60.6	60.5	60.0	60.9	60.5	0.9
0:22	53	60.4	60.3	60.6	60.2	60.9	60.5	0.7
0:24	53	60.2	60.6	60.3	60.4	61.0	60.5	0.8
0:26	53	60.3	60.6	60.1	60.3	60.7	60.4	0.6
0:28	53	60.0	60.3	60.9	60.3	60.6	60.2	0.7
0:30	53	60.4	60.5	60.1	60.1	60.6	60.3	0.5
0:32	53	60.1	60.5	60.3	60.1	60.5	60.3	0.4
0:34	53	60.1	60.3	60.4	60.0	60.4	60.2	0.4
0:36	53	60.1	60.4	60.0	60.4	60.6	60.3	0.6
0:38	53	60.9	60.3	60.1	60.6	60.7	60.3	0.8
0:40	53	60.0	60.4	60.8	60.6	60.9	60.3	1.1
0:42	53	60.2	60.7	60.2	60.7	61.1	60.6	0.9
0:44	53	60.2	60.8	60.0	60.3	61.1	60.4	1.1
0:46	53	60.0	60.1	60.0	60.2	60.6	60.2	0.6
0:48	53	60.2	60.4	60.3	60.2	60.8	60.4	0.6
0:50	53	60.4	60.3	60.2	60.3	60.8	60.4	0.6
T PROM	63.0	60.2	60.4	60.2	60.3	60.7	60.4	
T MAX	63.0	60.4	60.7	60.8	60.7	61.1		
T MIN	63.0	60.0	60.1	60.0	60.0	60.3		

NOMENCLATURA:

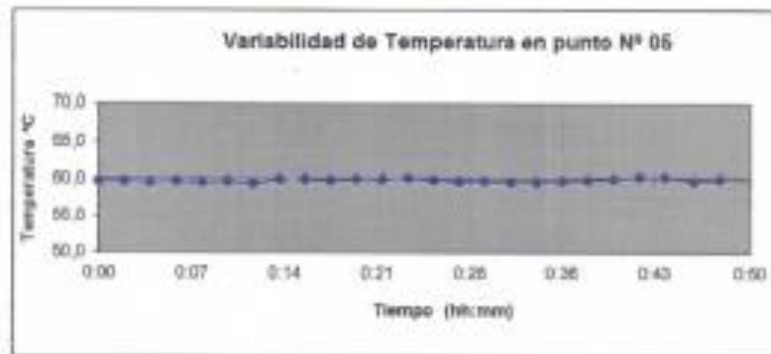
- T.Prom. Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tmax - Tmin Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T.PROM Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T.MAX La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T.MIN La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.


Mg. Luis Zubizarreta P. Ojeda
 INGENIERO DE LABORATORIO
 YENTAS@orionrcp.com | www.orionrcp.com

GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 60 °C



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
C.R. 05
C.F. 5051

2. Control de la distribución de la temperatura:

Ensayo para un valor esperado de: 25 °C

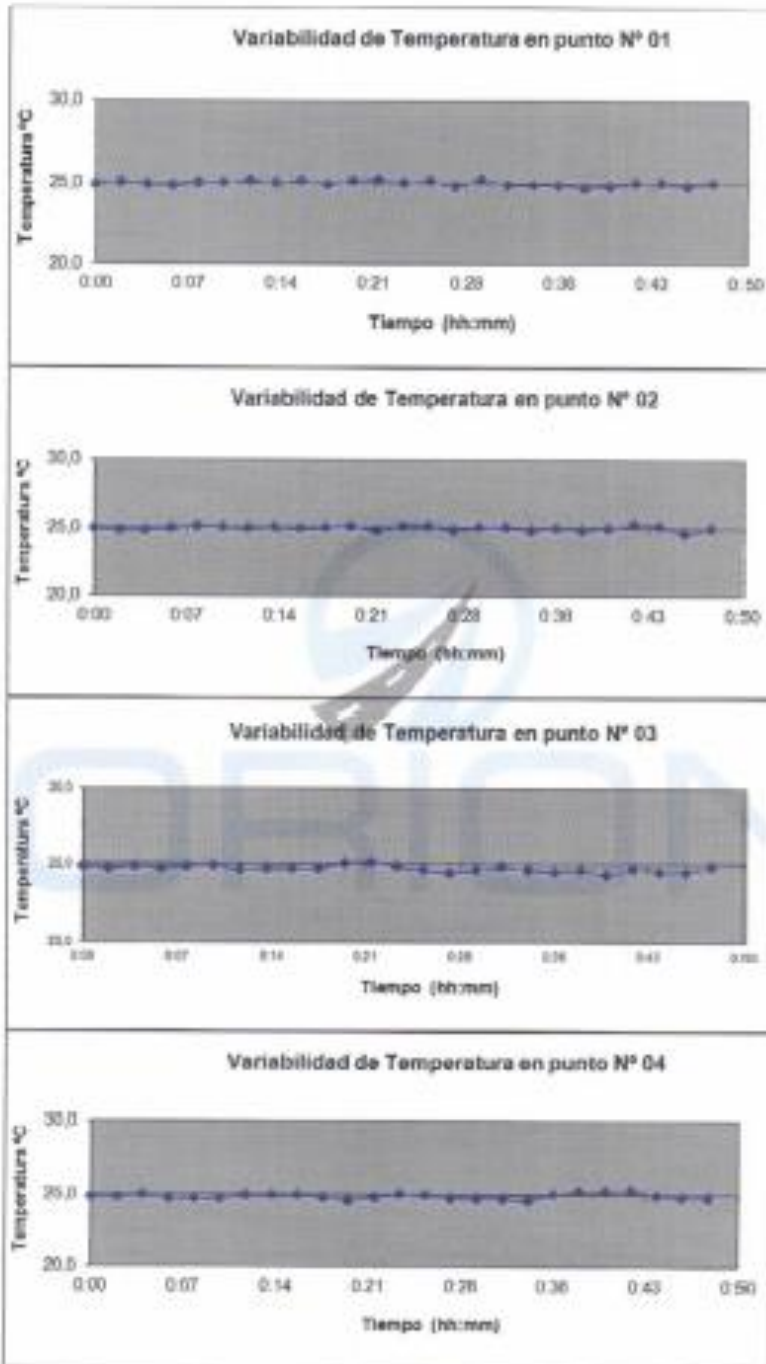
Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C					T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5		
0:00	25	24.9	24.9	24.8	24.8	25.1	24.9	0.3
0:02	25	25.0	24.8	24.7	24.8	25.1	24.9	0.4
0:04	25	24.9	24.8	24.8	24.9	25.0	24.9	0.2
0:06	25	24.8	24.9	24.7	24.7	25.1	24.8	0.4
0:08	25	25.0	25.1	24.8	24.7	24.9	24.9	0.4
0:10	25	25.0	25.0	24.9	24.7	25.1	24.9	0.4
0:12	25	25.1	24.8	24.6	24.9	24.8	24.9	0.5
0:14	25	25.0	25.0	24.7	24.9	25.4	25.0	0.7
0:16	25	25.1	24.9	24.7	24.9	25.4	25.0	0.7
0:18	25	24.9	25.0	24.7	24.8	25.2	24.9	0.5
0:20	25	25.1	25.1	25.0	24.6	25.4	25.0	0.8
0:22	25	25.2	24.8	25.1	24.8	25.4	25.1	0.6
0:24	25	25.0	25.1	24.8	25.0	25.5	25.1	0.7
0:26	25	25.1	25.1	24.8	24.9	25.2	25.0	0.6
0:28	25	24.8	24.8	24.4	24.7	25.1	24.8	0.7
0:30	25	25.2	25.0	24.6	24.7	25.1	24.9	0.6
0:32	25	24.9	25.0	24.8	24.7	25.0	24.9	0.3
0:34	25	24.9	24.8	24.6	24.6	24.9	24.8	0.3
0:36	25	24.9	24.9	24.5	25.0	25.1	24.9	0.6
0:38	25	24.7	24.8	24.6	25.2	25.2	24.9	0.6
0:40	25	24.8	24.9	24.3	25.2	25.4	24.9	1.1
0:42	25	25.0	25.2	24.7	25.3	25.6	25.2	0.9
0:44	25	25.0	25.1	24.5	24.9	25.8	25.0	1.1
0:46	25	24.8	24.8	24.5	24.6	25.1	24.8	0.6
0:48	25	25.0	24.9	24.8	24.6	25.3	25.0	0.5
0:50	25	25.2	24.8	24.7	24.9	25.3	25.0	0.6
T. PROM	25.0	25.0	24.9	24.7	24.9	25.2	24.9	
T. MAX	25.0	25.2	25.2	25.1	25.3	25.8		
T. MIN	25.0	24.7	24.6	24.3	24.6	24.8		

NOMENCLATURA:

- T. Prom. Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tmax - Tmin Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. PROM Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MAX La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MIN La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

 Ing. Luis JUDITHO PUGLICHOS
 JEFE DE CALIBRACION
 OF. 5053

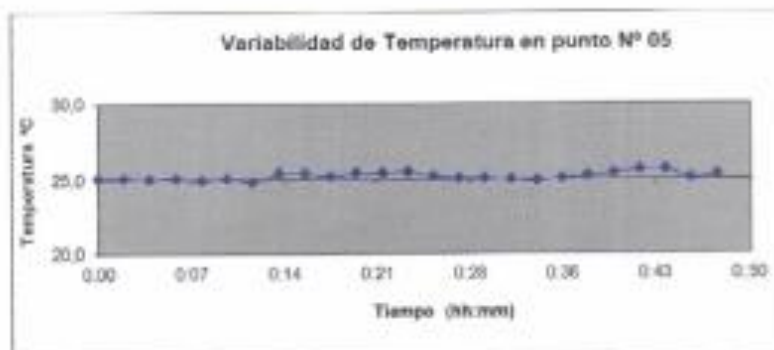


ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Unidad Ejecutiva de Control de Calidad

Unidad Ejecutiva de Control de Calidad

GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 25 °C



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
Ing. Luis Inocencio Palacios
INGENIERO DE LABORATORIO
D.E. 54553

DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO

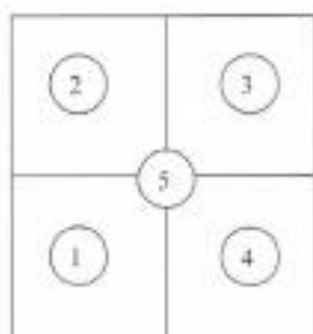
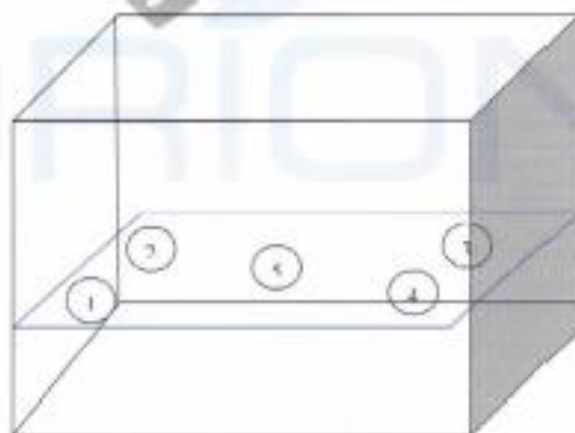


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
Luis Taborda Polanco
Mg. Luis Taborda Polanco
MFE de Laboratorio
C.R. 2010



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN CRONÓMETRO	INFORME: 001 - 19 CRN
---	-----------------------

Solicitante : CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A. Fecha Verif: 30.01.2019

Equipo : CRONÓMETRO DIGITAL Fecha Prox: 30.07.2019

Marca : Q&Q

Equipo de Verificación usado : Patrón de calibración: Cronómetro Digital Marca CASIO
Informe de calibración de INACAL LT-043-2017

Timer Equipo

60.0	60.0	60.0	60.0
------	------	------	------

60.0

 (Minutos)

Timer Patrón

60.0	60.0	60.0	60.0
------	------	------	------

60.0

 (Minutos)

Acción Recomendada

Reparación y/o dar de baja NO

Equipo Operativo SI

Comentarios: EQUIPO ACEPTABLE PARA SER USADO



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

[Signature]
Ing. Luis Humberto Palacios
M.Sc. Laboratorio
E.I.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 232 10-233-CLW-2014

Expediente : 540-540-2014
Página : 1 de 2
Fecha de emisión : 2014-01-12

1. SOLICITANTE : CONSTRUCCIÓN Y ADMINISTRACIÓN S.A.
DIRECCIÓN : REAL VIAL 8 CAÑETE, SAN VICENTE DE CAÑETE-CAÑETE-LIMA

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CRONÓMETRO
MARCA : O&O
MODELO : NO INDICA
N° DE SERIE : NO INDICA
ALCANCE DE ESCALA : 8h 59' 58" 99
DIVISIÓN DE ESCALA : 0,01 " s
FRCCCIÓN : NO INDICA
PROCEDECENCIA : CHINA
IDENTIFICACIÓN : 028-LAB-PE
UBICACIÓN : LABORATORIO DE PLANTA DE EMULSIONES ASFALTICAS

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN,
La calibración se realizó el día: 7 de Enero del 2014 en las instalaciones de CONSTRUCCIÓN Y ADMINISTRACIÓN S.A.

4. MÉTODO.
La calibración se realizó mediante comparación directa con un cronómetro patrón, tomando como referencia el "Procedimiento PC-016: Procedimiento de Calibración de Cronómetros y temporizadores", de Advanced Metrology S.A.C.

5. PATRÓN DE MEDICIÓN.

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	N.º DE CERTIFICADO	TRAZADO
CRONÓMETRO	CASIO	HS-7EW	LT-108-2013	SMA-INDSCOPI
BAROTERMOCRONÓMETRO	CONTROL COMPANY	41900C	LT-857-2012	SMA-INDSCOPI

6. CONDICIONES AMBIENTALES.
La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:
Temperatura: 27,8 °C a 27,9 °C Humedad Relativa: 40% a 41% Presión atmosférica : 1001 mbse

7. OBSERVACIONES.
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
Para el cálculo de la incertidumbre de medición se utilizó un factor de cobertura $k=2$ que corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.
Con fines de identificación se colocó una etiqueta adhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



César Toledo Beca
Gerente Técnico

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE ADVANCED METROLOGY SAC



SERVICIO DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO

Comprobante N° 23319-233-CDR-2014

Página 2 de 2

RESULTADOS			
VALOR CONVENCIONALMENTE VERDADERO (F, mm y s)	INDICACIÓN DE INSTRUMENTO (F, mm y s)	ERROR (s)	INCERTIDUMBRE (s)
0h 0' 10" 47	0h 0' 10" 47	0.00	0.03
0h 1' 0" 10	0h 1' 0" 11	-0.01	0.03
0h 2' 0" 17	0h 2' 0" 15	0.02	0.06
1h 0' 0" 20	1h 0' 0" 25	-0.05	0.02
1h 30' 30" 32	1h 30' 30" 27	0.05	0.02
3h 30' 0" 8	3h 30' 0" 1	0.07	0.02

El error máximo permitido, EMP del equipo es de ± 0.1 s

Valor Convencionalmente verdadero = Lectura del Instrumento + Error

Advanced Metrology
Tecnología Calidad

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE ADVANCED METROLOGY SAC

Jr. Trta. Arístides del Cerpio N° 1626 Urb. Los Clásicos - Cercado de Lima, Lima - Perú Telf: 564-0907 / 564-2048 / 564-0612 / 564-5244 Telefax: (511) 564-5482
RPM: # 87755 RPC: 963754106 Nextel: 1167242 E-mail: ventas@ametrology.pe / www.ametrology.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACION
N° 002-19 DD**

SOLICITANTE: CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.

TITULO : Verificación de Dial Indicador

Dial : ELE

Modelo : AP-171 B

Rango : 1 "

N° Serie : 112345258

Sensibilidad : 0.01"/div

FECHA : Huachipa, 30 de Enero de 2019

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.



Luis Fernando Polanco
Ingeniero en Mecánica Polanco
C.R. de los Ingenieros
C.P. 50331

CERTIFICADO DE CALIBRACION

N° 005-19 HL

CALIBRACIÓN DE HORNO DE LABORATORIO

SOLICITANTE: CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.

EQUIPO:

Marca : DESPATCH
Modelo : Protocol3
Capacidad : 184 Lts
Procedencia : USA
Serie : CASA09725
Tipo de Circulación : Ventilación
Punto de Operación : 110 °C +/- 5 °C

FECHA: Huachipa, 30 de Enero de 2019.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Luis Fernando Palacios
Ingeniero de Laboratorio
M.Sc. 10011

1. **CLIENTE** : CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.

Dirección : La Calibración se efectuó en Callete.

2. **EQUIPO** : **Horno de Laboratorio.**

Marca : Despatch
 Modelo : Protocol3
 Capacidad : 120 Lts
 Procedencia : USA
 Tipo de Circulación : Ventilación
 Punto de Operación : 110 °C +/- 5 °C

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Fernando Polanco
 JEFE DE LABORATORIO
 C.R. 46551

2.1 **INDICADOR** : **Protoco3 Display**

Alcance : 0°C a 300°C
 División de escala : 1 °C

2.2 **SENSOR** : **TERMOCUPLA TIPO "J"**

Alcance : 0°C a 300°C
 División de escala : 1 °C

3. **METODO DE CALIBRACIÓN.**

- SNM – PC-007 – Procedimiento de Calibración de Estufas e Incubadoras. INACAL.

4. **PATRÓN DE CALIBRACIÓN.**

- Calibrador de Temperatura Marca MMC, Mod. SESAME, N/S 12180. (5 sensores) con termocuplas Tipo "T"
 - Calibrador de Temperatura Marca MMC, Mod. SESAME, N/S 12020. (3 sensores). Con termocuplas Tipo "T".
 - Patrón de calibración: Marca AA PRECISION, N/S T0-001
 Informe de calibración de INACAL. LT-093-2017

5. **RESULTADOS**

5.1 **CONDICIONES AMBIENTALES.**

- Temperatura : 22.2 °C
 - Humedad Relativa : 80 %
 - Presión Atmosférica : 985 hPa.

5.2 **INSPECCION VISUAL.**

- El equipo se encuentra en buen estado de conservación.

5.3 **CONTROL DE DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA.**

- En función del tamaño de la cámara del equipo se han instalado 10 sensores (Termocuplas) distribuidos de acuerdo a los esquemas indicados en las Páginas siguientes.
 - Los valores de temperatura expresados en el ensayo corresponde a los valores alcanzados luego de haber estabilizado la temperatura dentro de la cámara. Los datos de los ensayos ejecutados, así como las curvas correspondientes a los 10 sensores utilizados, se detallan en las páginas siguientes.

6. **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

- Antes de utilizar este equipo, verificar que los resultados del presente certificado, correspondan con los requisitos establecidos en los ensayos a ejecutar.
 - La periodicidad de las calibraciones esta en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo.

ENSAYOS:

1. Control de la distribución de la temperatura:

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
Ing. Luis Tabares Pafacios
1012 OF. LABORATORIO
CP. 50531

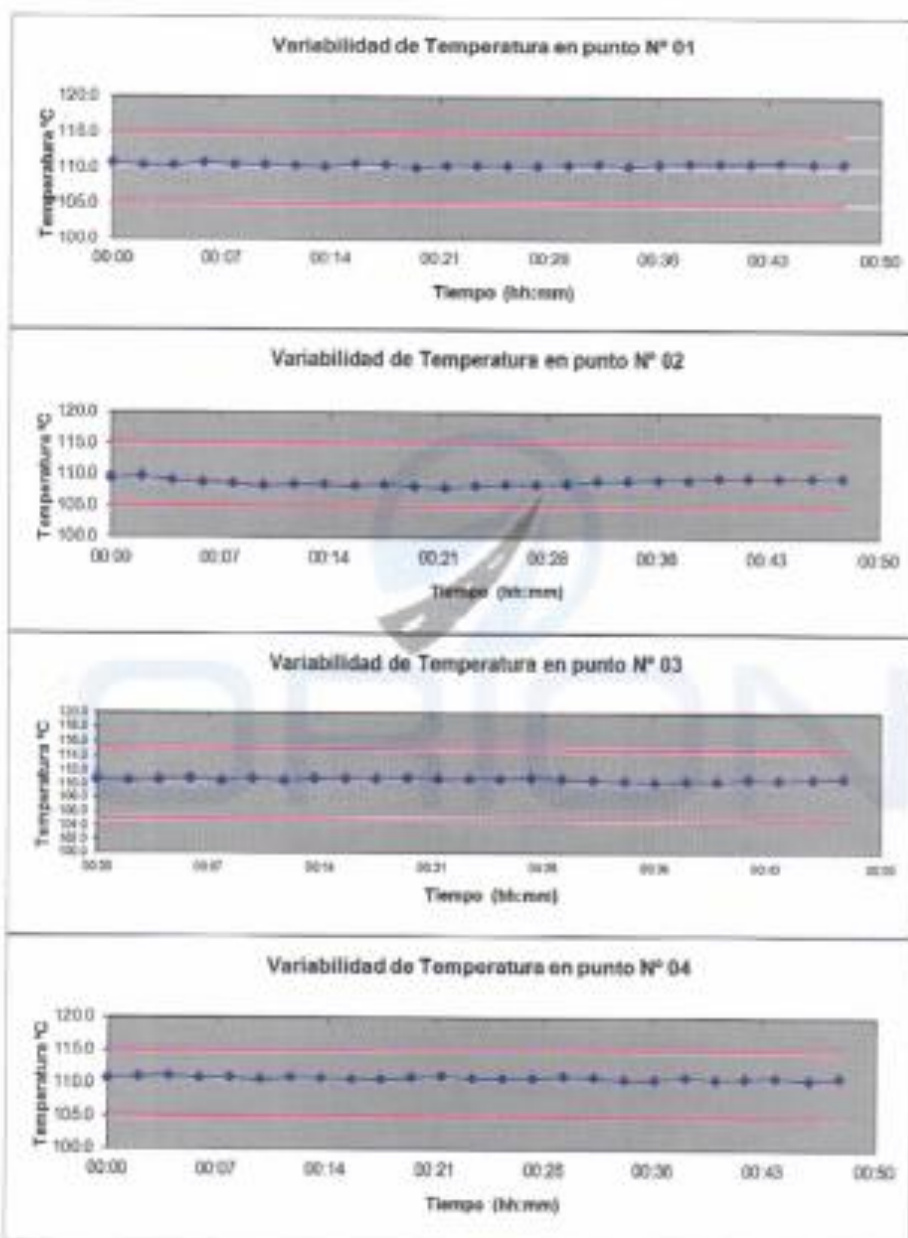
Ensayo para un valor esperado de: 110 °C

Tiempo (hh:mm)	Promedio °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110.2	110.7	109.4	110.6	110.6	109.7	110.0	111.0	110.8	112.0	110.8	110.6	3.1
00:02	109.8	110.3	109.7	110.4	110.8	110.1	109.9	110.6	110.7	112.6	110.8	110.6	2.9
00:04	109.7	110.2	109.0	110.6	111.0	109.9	110.0	111.4	110.0	112.6	110.6	110.5	3.6
00:06	110.2	110.7	109.8	110.8	110.6	109.7	110.0	111.9	110.8	112.8	110.7	110.6	3.8
00:08	109.9	110.4	108.6	110.5	110.7	109.4	109.9	110.4	110.7	112.7	110.2	110.4	4.1
00:10	109.9	110.4	108.2	110.8	110.4	109.8	110.1	110.6	110.5	111.5	110.1	110.2	3.3
00:12	109.8	110.3	108.5	110.5	110.7	109.4	110.3	111.3	110.7	111.1	110.4	110.3	2.8
00:14	109.6	110.1	108.4	110.7	110.6	109.2	110.2	110.1	111.0	111.2	110.4	110.2	2.8
00:16	110.0	110.5	108.2	110.8	110.5	109.3	110.2	110.0	110.7	111.6	110.4	110.2	3.4
00:18	109.9	110.4	108.5	110.8	110.5	109.7	110.4	110.2	110.8	112.1	110.7	110.4	3.6
00:20	109.5	110.0	108.1	110.9	110.7	109.9	110.4	110.3	111.0	112.1	110.6	110.4	4.0
00:22	109.8	110.3	107.9	110.7	110.9	109.7	110.3	110.4	110.6	112.0	110.6	110.4	4.1
00:24	109.7	110.2	108.2	110.8	110.6	110.1	110.5	110.2	110.7	112.3	110.5	110.4	4.1
00:26	109.8	110.3	108.5	110.8	110.6	109.9	110.0	110.6	110.6	111.8	110.5	110.4	3.1
00:28	109.8	110.3	108.5	110.9	110.6	109.8	110.0	110.4	110.8	111.5	110.3	110.3	3.0
00:30	109.9	110.4	108.5	110.5	110.9	109.5	109.6	110.3	110.8	111.2	110.4	110.2	2.8
00:32	110.0	110.5	109.0	110.6	110.7	109.2	109.7	110.5	110.6	110.9	110.3	110.2	1.9
00:34	109.7	110.2	109.1	110.4	110.4	109.0	109.9	110.7	110.6	110.6	110.6	110.2	1.8
00:36	110.0	110.5	109.3	110.3	110.5	109.1	109.9	110.2	110.4	110.9	110.6	110.2	1.8
00:38	110.1	110.6	109.3	110.5	110.8	109.2	110.0	110.1	110.7	111.2	110.5	110.3	2.0
00:40	110.1	110.6	109.5	110.4	110.5	109.0	109.9	110.3	110.6	111.3	110.6	110.3	2.3
00:42	110.2	110.7	109.5	110.7	110.0	109.3	110.0	110.6	110.7	111.4	110.4	110.4	2.1
00:44	110.3	110.8	109.6	110.6	110.6	109.7	109.8	110.2	110.8	111.4	110.3	110.4	1.8
00:46	110.1	110.6	109.5	110.8	110.4	109.0	109.9	110.0	111.0	111.7	110.4	110.4	2.2
00:48	110.1	110.6	109.5	110.9	110.7	109.9	110.4	110.3	110.9	111.6	110.4	110.5	2.1
00:50	110.1	110.6	109.6	110.9	110.7	109.7	110.5	110.3	110.8	111.7	110.9	110.6	2.1
T. PROM	109.9	110.4	108.9	110.5	110.7	109.6	110.2	110.6	110.7	111.8	110.6	110.4	
T. MAX	110.3	110.8	109.7	110.9	111.0	110.1	110.6	111.9	111.0	112.7	110.8		
T. MIN	109.5	110.0	107.9	110.3	110.4	109.0	109.6	110.0	110.0	110.6	110.1		

NOMENCLATURA:

- T. Prom. Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tmax - Tmin Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. PROM Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MAX La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MIN La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

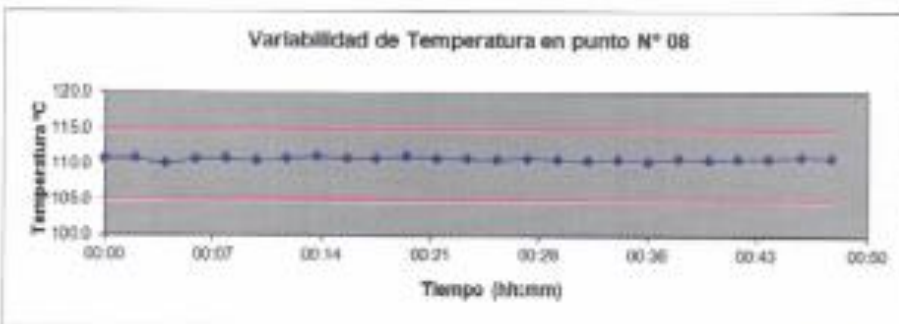
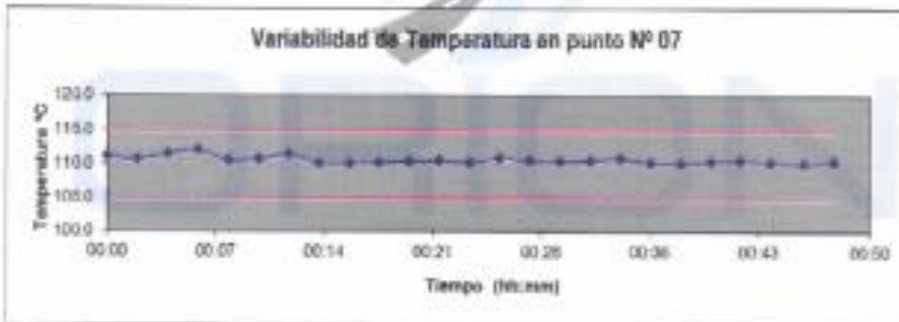
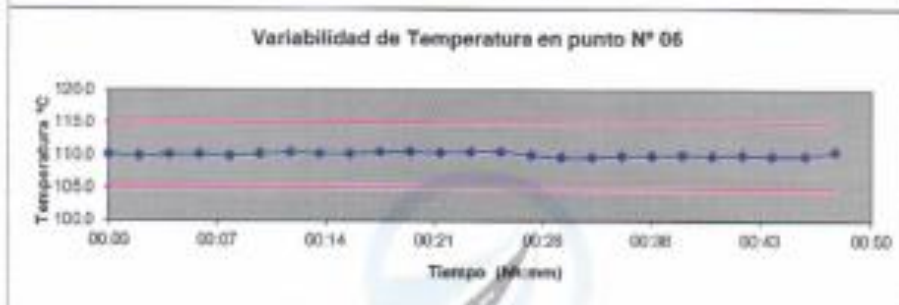
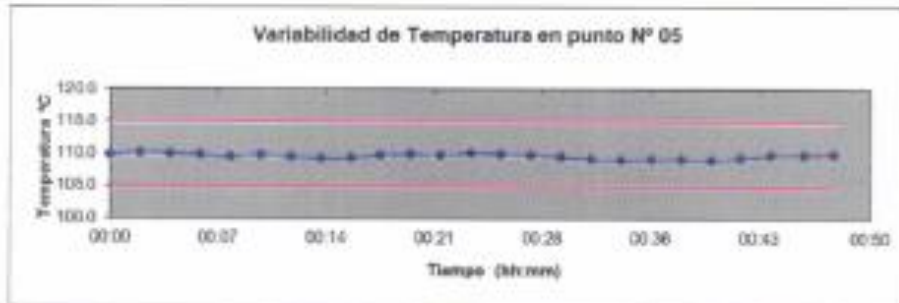
GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

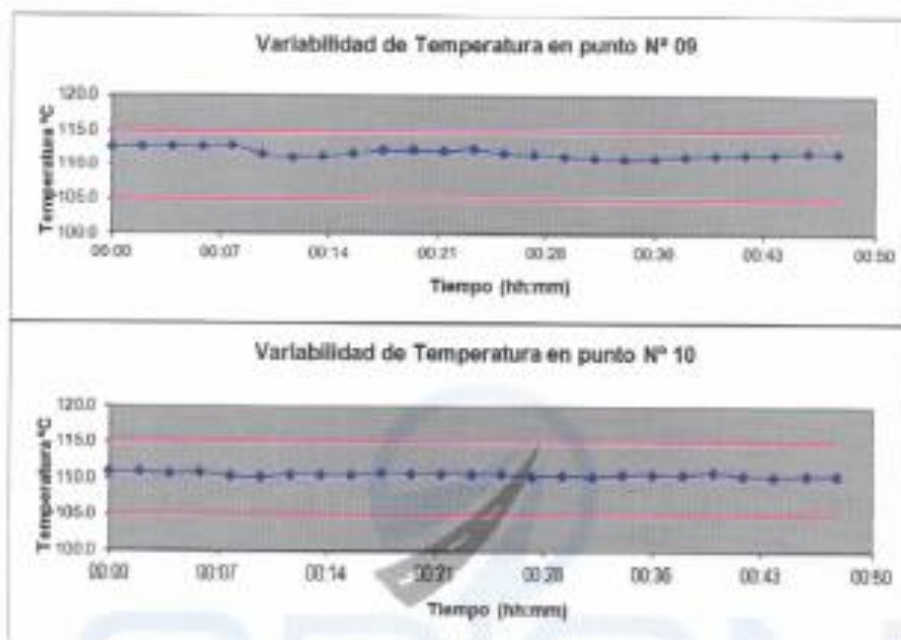
Ing. Luis Inocencio Palacios
211 de Alvarado
C.A. 00001

GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
 Ing. Luis Palacios
 Calle Los Palacios
 21101 - Lima, Perú

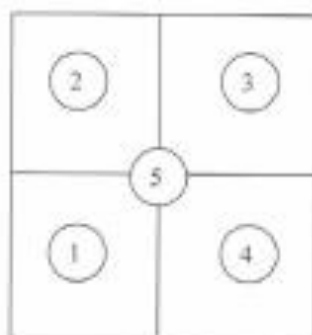
GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C



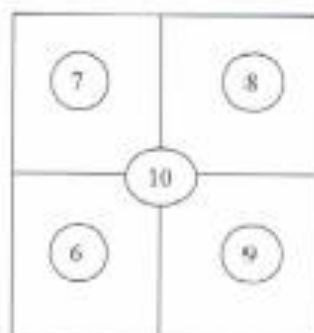
ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

 Ing. Luis Toboada Palacios
 RFE 51 LABORATORIO
 O.F. 36551

DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO PARA 110 °C

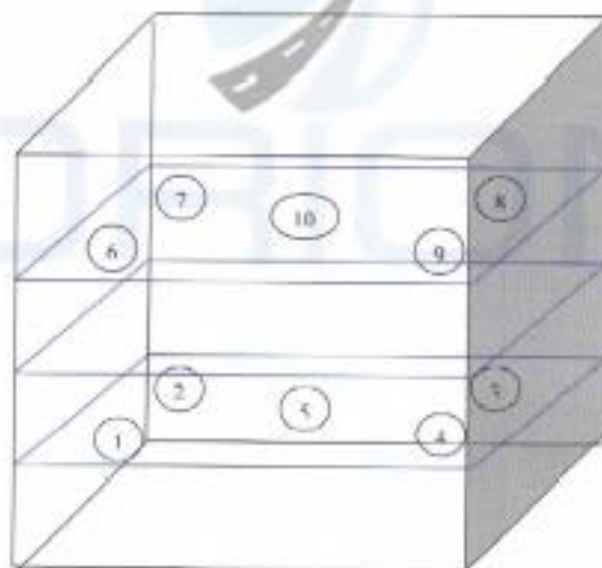


NIVEL INFERIOR



NIVEL SUPERIOR

GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

 Ing. Luis Eduardo Pajuelo
 JEFE DE LABORATORIO
 C.P. 30351

**CERTIFICADO DE CALIBRACION
N° 003-19 AC**

SOLICITANTE : CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.

**TITULO : Calibración de Anillo de Carga
de Prensa Marshall**

Marca : FORNEY

Modelo : LA-3626-01

Serie : 10370

Anillo : FORNEY

Serie : 244

Capacidad : 6000 lbs

DIAL : SPI

Modelo : 20-701-9

Serie : TDD492

FECHA : Huachipa, 30 de Enero de 2019

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.



Ing. Luis Tuberoso Pineda
DIRECCIÓN GENERAL DE CALIDAD

VERIFICACION**1.- GENERALIDADES**

A solicitud de CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A. se procedió a verificar el comportamiento de un anillo de carga con Dial indicador de lectura. La Calibración se realizó en Cañete el 20 de Noviembre del 2017.

2.- DEL SISTEMA A VERIFICAR

Anillo de Carga
Capacidad : 6000 Lbs
Marca : FORNEY
N/S : 244
Dial:
Marca : SPI
Modelo : 20-701-9

3.- DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN

Dispositivo : Celda de Carga
Fabricante : AEP TRANSDUCER
Tipo : C2S
Serie N° : 205775
Carga Nominal : 10 TN
Modalidad : Compresión
Indicador : Digital AEP Transducer
Modelo : MP10.
N° Serie : 6181-2006-06

Calibración realizada en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica. – Expediente: INF-LE 095-178

4.- PROCEDIMIENTO

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025. Se aplicaron tres series de carga al Anillo mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

5.- RESULTADOS

En la Tabla N° 1 se muestran las tres series de carga y la serie promedio correspondiente.
En el Gráfico N°1 se muestra la curva de regresión y la ecuación de ajuste correspondientes a la presente calibración.
En la Carta de Calibración se muestran en detalle los valores en libras por cada división del Dial de Carga.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Pajaclos
JEFE DE LABORATORIO
CP. 50001

TABLA N° 1
CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA
 Cap. 6000 lbs. N/S 244
 Dial SPI, Mod 20-701-9

DIAL INDICADOR DIVISIONES	SERIES DE VERIFICACION (Kg)			SERIE PROMEDIO Kg	Error Repetibilidad %
	SERIE (1)	SERIE (2)	SERIE (3)		
10	54.6	54.4	54.7	54.57	0.28
120	345.8	346.2	346.1	346.03	0.06
152	442.5	442.8	442.1	442.47	0.08
253	840.6	841.3	842.7	841.53	0.13
325	929.4	930.6	930.1	930.00	0.06
422	1,215.9	1,218.3	1,218.2	1,215.00	0.04
530	1,528.2	1,527.8	1,525.9	1,526.67	0.07
572	1,642.0	1,644.7	1,643.8	1,643.50	0.08
652	1,875.9	1,878.2	1,874.8	1,875.97	0.05
726	2,099.9	2,099.2	2,098.3	2,099.13	0.04
823	2,350.4	2,350.5	2,351.4	2,350.77	0.02
970	2,774.1	2,775.3	2,776.5	2,775.30	0.04

 Coeficiente de
correlación:

 $R^2 = 1.0000$

 Recta de ajuste:
Donde:

 $y = 2.8746x + 0.4456$

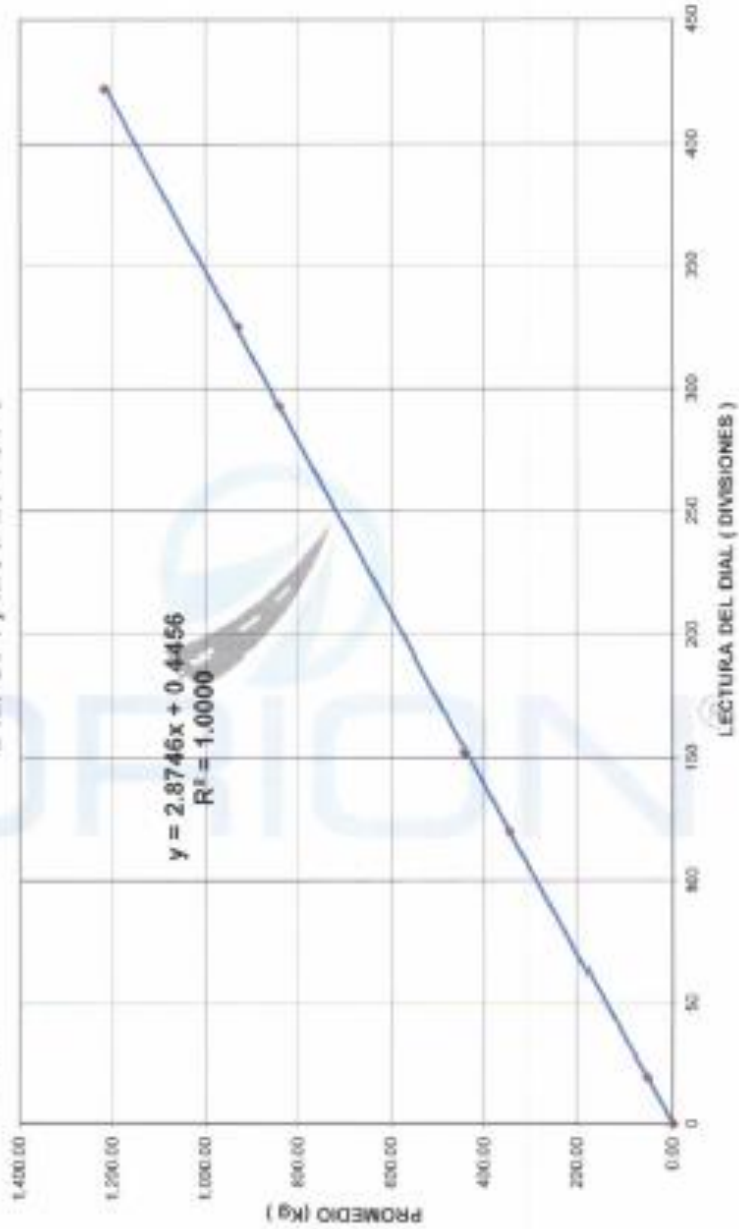
 X : lectura del dial (divisiones)
 Y : fuerza promedio (Kg)


 ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
 Ing. Luis Taboada Pajoles
 IRE DE CALIDAD
 O.P. 36853

INFORME 007-17-AC

GRAFICO N° 1
CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA
 Cap. 6000 lbs, N/S 244
 Dial SPI , Mod 20-701-9

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
 Ing. Luis Roberto Polanco
 SII de Lima
 CP. 10111





ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CARTA DE CALIBRACIÓN

ANILO DE CARGA : FORNEY
 CAPACIDAD : 6000 lbs
 SERIE : 2483
 CON DIAL : SPI

FECHA DE CALIBRACIÓN : 20 de Noviembre del 2017

$$y = 2,8746x + 0,4458$$

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
 SIV DE LABORATORIO
 CIP. 95551

Dvts	Kilogramos										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
10	29	32	35	38	41	44	48	49	52	55	58
20	58	61	64	67	69	72	75	78	81	84	87
30	87	90	92	95	98	101	104	107	110	113	116
40	115	118	121	124	127	130	133	136	138	141	144
50	144	147	150	153	156	159	161	164	167	170	173
60	173	176	179	182	184	187	190	193	196	199	202
70	202	205	207	210	213	216	219	222	225	228	231
80	230	233	236	239	242	245	248	251	253	256	259
90	259	262	265	268	271	274	276	279	282	285	288
100	288	291	294	297	299	302	305	308	311	314	317
110	317	320	322	325	328	331	334	337	340	343	346
120	345	348	351	354	357	360	363	366	368	371	374
130	374	377	380	383	386	389	391	394	397	400	403
140	403	406	409	412	414	417	420	423	426	429	432
150	432	435	437	440	443	446	449	452	455	458	461
160	460	463	466	469	472	475	478	481	483	486	489
170	489	492	495	498	501	504	506	509	512	515	518
180	518	521	524	526	529	532	535	538	541	544	547
190	547	550	552	555	558	561	564	567	570	572	575
200	575	578	581	584	587	590	593	596	598	601	604
210	604	607	610	613	616	618	621	624	627	630	633
220	633	636	639	641	644	647	650	653	656	658	661
230	661	664	667	670	673	675	679	682	685	687	690
240	690	693	696	699	702	705	708	710	713	716	719
250	719	722	725	728	731	733	736	739	742	745	748
260	748	751	754	756	759	762	765	768	771	774	777
270	777	779	782	785	788	791	794	797	800	802	805
280	805	808	811	814	817	820	823	825	828	831	834
290	834	837	840	843	846	848	851	854	857	860	863
300	863	866	869	871	874	877	880	883	886	888	891
310	891	894	897	900	903	906	909	912	915	917	920
320	920	923	926	929	932	935	938	940	943	946	949
330	949	952	955	958	961	963	966	969	972	975	978
340	978	981	984	986	989	992	995	998	1001	1004	1007
350	1007	1009	1012	1015	1018	1021	1024	1027	1030	1032	1035
360	1035	1038	1041	1044	1047	1050	1053	1055	1058	1061	1064
370	1064	1067	1070	1073	1076	1078	1081	1084	1087	1090	1093
380	1093	1096	1099	1101	1104	1107	1110	1113	1116	1119	1122
390	1122	1124	1127	1130	1133	1136	1138	1142	1145	1147	1150
400	1150	1153	1156	1159	1162	1165	1168	1170	1173	1176	1179
410	1179	1182	1185	1188	1191	1193	1196	1199	1202	1205	1208
420	1208	1211	1214	1216	1219	1222	1225	1228	1231	1234	1237
430	1237	1239	1242	1245	1248	1251	1254	1257	1260	1262	1265



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

Divs	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
440	1265	1268	1271	1274	1277	1280	1283	1285	1288	1291
450	1294	1297	1300	1303	1306	1308	1311	1314	1317	1320
460	1323	1326	1329	1331	1334	1337	1340	1343	1346	1349
470	1352	1354	1357	1360	1363	1366	1369	1372	1375	1377
480	1380	1383	1386	1389	1392	1395	1398	1400	1403	1406
490	1409	1412	1415	1418	1420	1423	1426	1429	1432	1435
500	1438	1441	1443	1446	1449	1452	1455	1458	1461	1464
510	1466	1469	1472	1475	1478	1481	1484	1487	1489	1492
520	1495	1498	1501	1504	1507	1510	1512	1515	1518	1521
530	1524	1527	1530	1533	1535	1538	1541	1544	1547	1550
540	1553	1556	1558	1561	1564	1567	1570	1573	1576	1579
550	1581	1584	1587	1590	1593	1596	1599	1602	1604	1607
560	1610	1613	1616	1619	1622	1625	1627	1630	1633	1636
570	1638	1642	1645	1648	1650	1653	1656	1659	1662	1665
580	1668	1671	1673	1676	1679	1682	1685	1688	1691	1694
590	1696	1699	1702	1705	1708	1711	1714	1717	1719	1722
600	1725	1728	1731	1734	1737	1740	1742	1745	1748	1751
610	1754	1757	1760	1763	1765	1768	1771	1774	1777	1780
620	1783	1786	1788	1791	1794	1797	1800	1803	1806	1809
630	1811	1814	1817	1820	1823	1826	1829	1832	1834	1837
640	1840	1843	1846	1849	1852	1855	1857	1860	1863	1866
650	1869	1872	1875	1878	1880	1883	1886	1889	1892	1895
660	1898	1901	1903	1906	1909	1912	1915	1918	1921	1924
670	1926	1929	1932	1935	1938	1941	1944	1947	1949	1952
680	1955	1958	1961	1964	1967	1970	1972	1975	1978	1981
690	1984	1987	1990	1993	1995	1998	2001	2004	2007	2010
700	2013	2016	2018	2021	2024	2027	2030	2033	2036	2039
710	2041	2044	2047	2050	2053	2056	2059	2062	2064	2067
720	2070	2073	2076	2079	2082	2085	2087	2090	2093	2096
730	2099	2102	2105	2108	2110	2113	2116	2119	2122	2125
740	2128	2131	2133	2136	2139	2142	2145	2148	2151	2154
750	2156	2159	2162	2165	2168	2171	2174	2177	2179	2182
760	2185	2188	2191	2194	2197	2200	2202	2205	2208	2211
770	2214	2217	2220	2223	2225	2228	2231	2234	2237	2240
780	2243	2246	2248	2251	2254	2257	2260	2263	2266	2269

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° 012-19 TER

OTORGADO A : CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.

CERTIFICA QUE : El instrumento de medición con el modelo y nro. de serie indicados líneas abajo, ha sido verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad en el Instituto Nacional de Calidad INACAL.

Instrumento de Medición	:	TERMOMETRO DIGITAL
Alcance de Indicación	:	-40 °C a 260 °C
Marca	:	TAYLOR
Serie	:	-----
División de Escala / Resolución	:	0.1 °C
Vástago	:	20 cm.
Cantidad	:	01 und
Fecha de Verificación	:	30.01.2019
Próxima Verificación	:	30.07.2019

MÉTODO DE VERIFICACIÓN

VERIFICACIÓN POR COMPARACIÓN "PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE TERMOMETROS DIGITALES"

LUGAR DE VERIFICACIÓN

LABORATORIO ORION
Calle Asociación Huertos de Huachipa Mz e Lt. 15 - Lurigancho

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura	26,1°C +/- 1 °C
Humedad Relativa	81 % +/- 2%

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.


Ing. Luis Tabares Pajonias
JEFE DE LABORATORIO
CP. 18001

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°: 23200-5583-CLT-2014

Expediente : 840-4400-2014

Página : 1 de 2

Fecha de emisión : 2014-01-13

1. **SOLICITANTE** : CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S. A.
DIRECCIÓN : REAL VIAL 8 CAÑETE, SAN VICENTE DE CAÑETE-CAÑETE-LIMA
2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : TERMÓMETRO DE LÍQUIDO EN VIDRIO
MARCA : MELLER & WEBER
MODELO : NO INDICA
N° SERIE : 4F4984
ALCANCE : -1 °C a 175 °C
DIVISIÓN DE ESCALA : 0,5 °C
SENSOR : MERCURIO
PROCEDENCIA : U.S.A
UBICACIÓN : LABORATORIO DE PLANTA DE EMULSIONES ASFALTICAS
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO : 017-LAB-PEA

3. **FECHA Y LUGAR DE REALIZACIÓN**
 La calibración se realizó el día 8 de Enero del 2014 en las instalaciones de CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S. A.

4. **MÉTODO**
 La calibración se efectuó por comparación directa, tomando como referencia el Procedimiento para la calibración de termómetros de líquido en vidrio PC-009 del SNM-INDECOPI.

5. **PATRÓN DE MEDICIÓN**

INSTRUMENTO	MARCA	SENSOR	MODELO	N° DE CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMÓMETRO DIGITAL	TRACEABLE	PT 100	NO INDICA	LT-017-2012	SNM-INDECOPI
BAROTERMOCROMÓMETRO	CONTROL COMPANY	NO INDICA	419500	LT-057-2012	SNM-INDECOPI

6. **CONDICIONES AMBIENTALES**
 La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:
 Temperatura : 26,3 °C a 26,8 °C Humedad Relativa : 52% a 53%
 Presión atmosférica : 1001 mbar a 1002 mbar

7. **OBSERVACIONES**
 Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
 Para el cálculo de la Incertidumbre de medición se utilizó un factor de cobertura $k=2$ que corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente 95%.
 Con fines de identificación, se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
 La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



César Tolado Escobedo
Gerente Técnico

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE ADVANCED METROLOGY SAC



SERVICIO DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO

Certificado N° : 25206-3583-CLT-2014

Página : 2 de 2

RESULTADOS

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO	ERROR	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA	INCERTIDUMBRE
(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
90,0	-0,3	89,9	0,03

Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + Error



PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE ADVANCED METROLOGY S.A.C.

Jr. Tte. Aristides del Corgo N° 1826 Urf. Los Cipreses - Cercado de Lima, Lima - Perú Tel: 564-5937 / 564-2646 / 564-6912 / 564-5244 Telefax: (511) 564-5492
 RPM: # 67755 RPC: 963754193 Noxol: 1197242 E-mail: ventas@ametrology.pe | www.ametrology.com