



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria
metalúrgica–Lima, 2018.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Herles Pérez Silva

ASESOR:

Dra. María Ysabel García Álvarez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2018

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **PEREZ SILVA, HERLES**

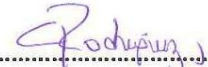
Cuyo título es: **“DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ESCORIA METALÚRGICA - LIMA, 2018.”**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **15 (número) QUINCE (letras)**.


Lima, San Juan de Lurigancho, 03 de Diciembre de 2018



Dra. Ing. GARCIA ALVAREZ MARIA YSABEL
 PRESIDENTE



Mgtr. Ing. RODRIGUEZ SOLIS CARMEN BEATRIZ
 SECRETARIO



Mgtr. Ing. DELGADO ORTEGA HENRRY SAUL
 VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

DEDICATORIA

Lo dedico a mis padres por el apoyo, enseñanzas, confianza y amor que me han brindado a pesar de las dificultades que han pasado, de igual manera a mis hermanos que siempre han estado pendientes de las decisiones que tome.

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradecer a Dios por brindarme salud y bienestar, para así poder lograr el objetivo más grande planificado hace 6 años donde ahora es un hecho, seguidamente agradecer al apoyo incondicional de mis padres, hermanos y familiares que me apoyaron en los momentos difíciles que se presentaron en el periodo de estudio.

A la universidad César Vallejo y a los docentes de la escuela profesional de ingeniería civil que día a día han compartido sus conocimientos y experiencia laboral.

A la Dra. María Ysabel García Álvarez por la asesoría y la enseñanza brindada durante la investigación de la presente tesis.

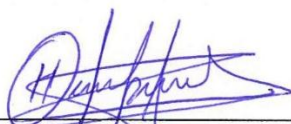
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Herles Pérez Silva, con DNI N° 76806559, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de grados y títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la tesis son auténticos y veraces.

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

Lima, 03 de Diciembre del 2018



Herles Pérez Silva

DNI: 76806559

PRESENTACION

Señores miembros del jurado:

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica – Lima, 2018” cuyo objetivo es, determinar de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en el diseño de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de ingeniero civil. La investigación presentada se desarrolló en seis capítulos; en el primer capítulo se establece los diferentes marcos teóricos, explicando los conceptos detallados de las variables de estudio; en el segundo capítulo se delimita el método de estudio; en el tercer capítulo se presenta los resultados de los ensayos obtenidos en el laboratorio; en el cuarto capítulo se discuten los resultados obtenidos en esta investigación con los resultados de antecedentes internacionales; en el quinto capítulo se presenta las conclusiones en base a todo el estudio desarrollado; en el sexto capítulo se presenta las recomendaciones tanto para el gobierno nacional y gobiernos locales.



Herles Pérez Silva

DNI: 76806559

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1 Realidad problemática de la investigación.....	17
1.2 Trabajos previos.....	19
1.2.1 Antecedentes internacionales.....	19
1.2.2 Antecedentes Nacionales.....	21
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	23
1.3.1. Variable: Escoria metalúrgica.....	23
1.3.2 Variable: Mezclas asfálticas en caliente.....	26
1.4 Formulación del problema.....	34
1.4.1 Problema General.....	34
1.4.2 Problemas específicos.....	34
1.5 Justificación del estudio.....	35
1.6 Hipótesis.....	36
1.6.1 Hipótesis General.....	36
1.6.2 Hipótesis Específicos.....	36
1.7 Objetivos.....	36
1.7.1 Objetivo General.....	36
1.7.2 Objetivos Específicos.....	36
II. METODOLOGIA.....	37
2.1 Método: Científico.....	38
2.2 Tipo: Aplicada.....	38
2.3 Nivel: Descriptivo – Correlacional.....	38
2.4 Diseño: Experimental.....	39
2.5 Variables, Operacionalización.....	39
2.5.1 Identificación de variables.....	39
2.5.2 Operacionalización de variables.....	39

2.6 Población, Muestra y Muestreo.	41
2.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, confiabilidad y validez.....	42
2.8 Método de análisis de datos.	43
2.9 Aspectos Éticos.....	44
III. RESULTADOS	45
3.1 Recopilación de información	46
3.1.1 Trabajo de campo	46
3.1.2 Caracterización y control de calidad de los materiales para los diseños de mezclas asfálticas.	46
3.1.3 Ensayos.....	47
3.2 Aplicación de los métodos de análisis	59
3.2.1 Determinando de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en la estabilidad de mezclas asfálticas en caliente.....	60
3.2.2 Determinando de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en la resistencia a la tracción indirecta de mezclas asfálticas en caliente.....	67
3.2.3 Determinando de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en la fluencia de mezclas asfálticas en caliente.	69
3.2.4 Determinando de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en el diseño de mezclas asfálticas en caliente.....	71
IV. DISCUSIONES	75
V. CONCLUSIONES	80
VI. RECOMENDACIONES	83
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
VIII. ANEXOS	76

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Toneladas de escoria metalúrgica en la Oroya.	18
<i>Figura 2.</i> Escoria granulada en la Oroya.	19
<i>Figura 3.</i> Ensayo Marshall.	29
<i>Figura 4.</i> Estabilidad vs. % de asfalto.	31
<i>Figura 5.</i> Ensayo de tracción indirecta durante falla.	32
<i>Figura 6.</i> Espécimen de prueba para ensayo.	32
<i>Figura 7.</i> Ensayo de resistencia a la tracción indirecta en falla.	32
<i>Figura 8.</i> Comportamiento típico de probetas sometidas al ensayo de tracción indirecta. .	33
<i>Figura 9.</i> Flujo vs. % de asfalto.	34
<i>Figura 10.</i> Recojo de la escoria como muestra para los ensayos.	46
<i>Figura 11.</i> Recojo de agregados en la planta mezcladora de asfaltos Gloria ubicada en huachipa.	47
<i>Figura 12.</i> Curva Granulométrica de la grava triturada en las mismas condiciones que llego al laboratorio.	48
<i>Figura 13.</i> Cuarteo del agregado grueso.	49
<i>Figura 14.</i> Muestra del agregado grueso.	49
<i>Figura 15.</i> Lavado y secado del agregado grueso.	49
<i>Figura 16.</i> Tamizado del agregado grueso.	50
<i>Figura 17.</i> Curva Granulométrica de la escoria metalúrgica en la condición natural en que se encuentra.	51
<i>Figura 18.</i> Cuarteo del agregado fino (Arena natural zarandeada de la cantera Gloria). ...	51
<i>Figura 19.</i> Tamizado de agregado fino (Arena triturada de la cantera Excalibur)	51
<i>Figura 20.</i> Muestra del agregado fino (Arena triturada de la cantera Excalibur).	52
<i>Figura 21.</i> Cuarteo de la escoria metalúrgica.	52
<i>Figura 22.</i> Muestra de la escoria metalúrgica	52
<i>Figura 23.</i> Curva Granulométrica del diseño MAC N°2 correspondiente al diseño patrón.	55
<i>Figura 24.</i> Curva granulométrica de la gradación N°1 adicionando 10% de escoria.	56
<i>Figura 25.</i> Curva granulométrica de la gradación N°2 adicionando 15% de escoria.	56
<i>Figura 26.</i> Curva granulométrica de la gradación N°3 adicionando 12% de escoria.	57
<i>Figura 27.</i> Saturación de briquetas para el ensayo lottman por 30 minutos.	58
<i>Figura 28.</i> Prueba de tracción indirecta a la briqueta.	59
<i>Figura 29.</i> Visualización de las briquetas después de ser sometidas al ensayo lottman.	59
<i>Figura 30.</i> Estabilidad vs % de cemento asfáltico (5.53).	62
<i>Figura 31.</i> Vacíos vs % de cemento asfáltico.	63
<i>Figura 32.</i> Estabilidad vs % de escoria metalúrgica.	65
<i>Figura 33.</i> Vacíos vs % de escoria metalúrgica.	65
<i>Figura 34.</i> Fluencia vs % de cemento asfáltico (5.53).	69
<i>Figura 35.</i> Fluencia de los tres diseños con escoria.	70
<i>Figura 36.</i> Empresa metalúrgica DOE RUN Perú - la oroya.	176
<i>Figura 37.</i> Vista a la minería en la oroya.	176
<i>Figura 38.</i> Alto horno de fundición de metales.	176
<i>Figura 39.</i> Traslado de la escoria al depósito.	177
<i>Figura 40.</i> Gran cantidad de escoria en la oroya.	177

Figura 41. Recojo de la escoria como muestra para el estudio.....	177
Figura 42. Mezcladora de asfaltos Gloria – Huachipa.	178
Figura 43. Recojo de la grava triturada en la mezcladora de asfaltos Gloria – Cantera Carapongo.....	178
Figura 44. Recojo de la arena triturada en la mezcladora de asfaltos Gloria – Cantera Excalibur.....	178
Figura 45. Recojo de arena natural en la mezcladora de asfaltos Gloria – Cantera Gloria.	179
Figura 46. Cuarteo de la escoria.	179
Figura 47. Tamizado de la grava triturada.....	180
Figura 48. Agregados para las mezclas asfálticas.	180
Figura 49. Mezclas a 150°C para luego ser compactadas.	180
Figura 50. Mezclado de agregados a 145°C.....	181
Figura 51. Ensayo de equivalente de arena.	181
Figura 52. Adición de asfalto a la mezcla y echado al molde.	181
Figura 53. Mezclas variando los tres porcentajes de escoria.....	182
Figura 54. Compactación de mezclas asfálticas a 75 golpes según norma.	182
Figura 55. Briquetas en proceso de saturación.	182
Figura 56. Briquetas con el 10, 15,12 % de escoria.	183
Figura 57. Baño maría antes de pasar a realizar el ensayo.	183
Figura 58. Peso en agua de la briqueta.	183
Figura 59. Ensayo Marshall.....	184
Figura 60. Ensayo Lottman.	184

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Clasificación de los agregados según ASTM</i>	24
Tabla 2 <i>Gradación de mezclas asfálticas en caliente MAC recomendado por la EG-201324</i>	
Tabla 3 <i>Tolerancias de contenido de asfalto para la mezcla de trabajo.</i>	26
Tabla 4 <i>Tipos de mezclas asfálticas en caliente.</i>	27
Tabla 5 <i>Composición típica del concreto asfáltico para mezclas convencionales.</i>	28
Tabla 7 <i>Porciones recomendadas por la norma INV E – 800 – 13.</i>	30
Tabla 8 <i>Matriz de operacionalización de variables.</i>	40
Tabla 9 <i>Rangos y magnitud de validez.</i>	43
Tabla 10 <i>Coeficiente de Validez por juicio de expertos.</i>	43
Tabla 11 <i>Requerimientos para los agregados gruesos.</i>	50
Tabla 12 <i>Requerimientos para los agregados finos.</i>	53
Tabla 13 <i>Gradación para la mezcla asfáltica en caliente (MAC).</i>	54
Tabla 14 <i>Dosificaciones de los diseños para el ensayo Marshall.</i>	60
Tabla 15 <i>Cuadro resumen del diseño patrón de mezclas asfálticas en caliente con 4 porcentajes de cemento asfáltico para la determinación del óptimo contenido de asfalto.</i>	61
Tabla 16 <i>Resumen de los diseños adicionando porcentajes de escoria metalúrgica.</i>	64
Tabla 17 <i>Comparación de resultados de estabilidad del diseño patrón y variando % de escoria.</i>	66
Tabla 18 <i>Ensayo lottman al diseño patrón.</i>	67
Tabla 19 <i>Ensayo lottman al diseño con el 15 % de escoria.</i>	68
Tabla 20 <i>Cuadro comparativo de resultados.</i>	68
Tabla 21 <i>Requerimientos para mezcla de concreto bituminoso según la EG-2013 Sección 423-06.</i>	71
Tabla 22 <i>Comparación de los resultados del diseño patrón con las mezclas variando porcentajes de escoria.</i>	72
Tabla 23 <i>Dosificación de mezclas con escoria.</i>	73

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.	91
Anexo 2. Ficha técnica de recolección de datos para la investigación presentada.....	92
Anexo 3. Ensayos de control de calidad de los agregados finos y gruesos.	96
Anexo 4. Gradaciones de los diseños realizados con escoria y sin escoria.....	113
Anexo 5. Resultados del diseño MAC N° 01.	118
Anexo 6. Resultados de los Ensayos del diseño MAC N°02.	126
Anexo 7. Resultados de los ensayos variando porcentajes de escoria metalúrgica.....	136
Anexo 8. Presupuesto para diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica.	147
Anexo 9. Informe de Ensayo (Asfáltico Sólido PEN 60 / 70).....	148
Anexo 10. Certificado de calibración, balanza digital.....	150
Anexo 11. Certificación conservador baño María.....	152
Anexo 12. Certificado de calibración del cronómetro.....	158
Anexo 13. Calibración de Horno de Laboratorio.	160
Anexo 14. Calibración de anillo de Carga de Prensa Marshall.	167
Anexo 15. Calibración del termómetro de líquido en vidrio.	173
Anexo 16. Oficio de presentación para el uso del laboratorio en el MTC.	175
Anexo 17. Registro fotográfico en la oroya.	176
Anexo 22. Registro fotográfico en la planta mezcladora de asfaltos Gloria.	178
Anexo 23. Registro fotográfico en el laboratorio.	179
Anexo 20. Acta de aprobación de originalidad de tesis.	185
Anexo 21. Pantallazo del TURNITIN.	186
Anexo 22. Autorización de publicación de tesis.	187
Anexo 23. Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	188

RESUMEN

La presente investigación que lleva por título “Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica – Lima, 2018”, ha sido realizado con el fin de estudiar el comportamiento de las mezclas asfálticas al adicionar escoria metalúrgica, para ello se ha analizado 4 diseños de mezclas, en las cuales a uno de estos se tomó como diseño patrón y 3 se tomaron como diseños experimentales. Teniendo como objetivo general determinar de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en el diseño de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018.

Según los resultados obtenidos en los diseños experimentales mediante la metodología Marshall, se demostró que el uso de la escoria en la mezcla asfáltica influye en la estabilidad con 12.536 KN y en la fluencia con 14mm. De la metodología Lottman se determinó el 87% de resistencia conservada en el diseño experimental, la cual hace referencia a una resistencia mayor a la del diseño patrón y cumpliendo con la norma. En la investigación se concluye que; si se puede utilizar la escoria metalúrgica en las mezclas asfálticas, ya que esta influye significativamente en la estabilidad, fluencia y resistencia a la tracción indirecta.

Palabras clave: Escoria metalúrgica, cemento asfáltico, medio ambiente, recursos naturales, mineral de desecho.

ABSTRACT

The following investigation which title is “hot asphalt mixtures design with the addition of metallurgical dross- Lima 2018”, it has been realized with the aim of study the behavior of asphalt mixtures when adding metallurgical dross, for this study we have analyzed 4 design of mixtures, where one design has been taken as pattern design and 3 of them has been taken as experimental designs. Having as main objective to establish how the addition of metallurgical dross influences the design of hot asphalt mixtures – Lima, 2018.

According to the obtained results of experimental designs through Marshall methodology, it was demonstrated that the use of this dross in the asphalt mixture influences stability with 12.536 Kn and yield with 14mm. Lottman methodology determined that 87% of resistance conserved in the experimental design, which refers to a resistance greater than that of the pattern design and complying with the norm. In the investigation we conclude that we can use metallurgical dross in asphalt mixtures because it has a significative influence in the stability, yield and resistance to indirect traction.

Key words: Metallurgical dross, asphalt cement, environment, natural resources, waste mineral.

I. INTRODUCCIÓN

Cuando nos referimos a la reutilización de desperdicios muchas veces no lo tomamos en cuenta y seguimos explotando y explotando los minerales naturales de la tierra e incluso sin contar con un sistema de cuidado ambiental. Las empresas en el Perú asen lo que desean con los recursos que posee nuestro país. La reutilización de los desperdicios generados en la minería deberá ser tema de investigación donde podamos determinar el buen uso de estos materiales y poder generar la disminuir de los grandes impactos ambientales que sufrimos hoy en día.

Según (Cruz y Pérez, 2014, p. 83) La producción de los desperdicios en la industria metalúrgica es en grandes cantidades, la cual representan una problemática en la eliminación de este tipo de residuo, donde no solo genera gastos de transporte, transformación y almacenaje sino que también a largo plazo se degradaría y generaría un impacto ambiental. Las escorias han sido en los últimos tiempos significativas para el sector de la construcción en la cual ha permitido que investigadores propongan el uso de cemento con la incorporación de escoria.

Lo que se busca y se pretende en la investigación presentada es determinar el comportamiento de las mezclas al incorporar un nuevo agregado, correspondiente a la escoria metalúrgica, así como también verificar si este material es apto para la utilización en dichas mezclas, de la cual se ha analizado mediante los parámetros de diseño establecidos por la EG-2013.

Para (Aranguren, 2015, p. 15) Los problemas en la infraestructura vial son semejantes, la cual demandan grandes retos que afrontar en la ejecución de obras de gran envergadura, el reto más importante es encontrar materiales nuevos que garanticen la resistencia y durabilidad del pavimento, siempre y cuando también teniendo en cuenta la economía y seguridad que brinden estas nuevas técnicas.

La estrategia desempeñada en la investigación presentada es la adición de escoria en diferentes porcentajes a la mezcla asfáltica, en la cual se ha estudiado cada una de estas mediante los ensayos de estabilidad, resistencia a la tracción indirecta y fluencia, siguiendo la metodología Marshall y Lottman.

Barreto y Garcés (2015) “La escoria viene a ser un desecho generado en la fundición de hierro, considerándose un material no metálico formado por silicatos. El procedimiento de fundición consiste en fundir el material metálico a altas temperaturas en el horno” (p.10).

1.1 Realidad problemática de la investigación.

Las sociedades desarrolladas han apostado en los últimos tiempos por reducir, reciclar y reutilizar, este es el compromiso de la mayoría de industrias en Europa. Las empresas productoras de fundación de metales en el mundo, han planteado como nuevo objetivo, convertir la escoria metalúrgica en áridos de alta calidad para la construcción. El uso de áridos metalúrgicos está avalado en España y Europa por distintos organismos acreditados ya que estos tienen mejores prestaciones que los áridos naturales. Los áridos metalúrgicos permiten conseguir asfaltos de mayor durabilidad y por tanto reduce los costos de mantenimiento en las carreteras, además propicia una mayor vida útil de los vertederos y reduce la necesidad de consumir recursos naturales en canteras, menos impactos ambientales y menos consumos. En cantuaria ya existen experiencias con el uso de áridos metalúrgicos y su uso aumenta ya en España, México, Chile, Ecuador y está siendo consolidado en la unión Europea.

En el Perú las plantas de fundación de hierro y metales, no utilizan la escoria metalúrgica en ningún tipo de proyecto, es por ello que este material es reciclado en algún espacio libre cercano a la minería. Las empresas en el Perú dedicadas a la fundición de hierro entre otros minerales son; corporación aceros Arequipa, empresa siderúrgica del Perú (siderperu), empresa metalúrgica Doe Ram Perú, entre otras; estas empresas producen toneladas de metales diariamente y a la vez generan grandes cantidades de escoria. La empresa metalúrgica Doe Ram Perú ubicada en la Oroya tiene reciclado toneladas de escoria al borde de la carretera central que no está siendo reutilizado para ningún tipo de proyecto.

En nuestro país sufrimos de la falta de reutilización de desperdicios que producen las grandes fábricas industriales y más aún la minería. Los desperdicios como la escoria producidos en la fundición de metales, contienen propiedades mecánicas de resistencia, mucho mayores a comparación de materiales adquiridos en canteras, que podrían ser utilizados en diferentes proyectos de construcción como; afirmado de carreteras, mezclas asfálticas para pavimentos, concretos de hormigón, etc.

En los últimos tiempos, la contaminación ambiental en el Perú ha aumentado, ya que, las grandes empresas explotan los minerales sin cuidado alguno del medio ambiente. Las empresas en nuestro país no son capaces de estudiar los desperdicios que se genera en la minería y fábricas industriales, para poder reutilizarlos en algún proceso constructivo.

La realidad actual de los pavimentos en vías, calles y avenidas de los distritos de Lima son verdaderamente preocupante, ya que, presentan diferentes tipos de fallas en la carpeta asfáltica, de estas las más comunes son; huecos, ahuellamientos, hundimientos, grietas longitudinales y transversales, descarcamientos, fallas producidas por fatiga, entre otros. La mayoría de fallas en algunos lugares ocupan gran parte de la vía, generando que el conductor tienda a invadir la berma de la calzada, perjudicando y poniendo en riesgo al tránsito peatonal, que además seguramente es incómodo para los peatones, choferes y para los mismos pasajeros tener que pasar por una ruta llena de fallas y huecos.



Figura 1. Toneladas de escoria metalúrgica en la Oroya.



Figura 2. Escoria granulada en la Oroya.

1.2 Trabajos previos.

1.2.1 Antecedentes internacionales.

Aranguren (2015) mencionó en la tesis de grado titulado: “Caracterización de una mezcla asfáltica empleando alquitrán, escoria granulada y agregado de caliza”, fijó como objetivo: Identificar y establecer el comportamiento de las principales características de una mezcla asfáltica, adicionando escoria granulada, alquitrán y agregado de caliza, como una alternativa del mejoramiento de vías con bajo volumen de tráfico. Aplicando una metodología: científica de nivel descriptivo, obtuvo los resultados siguientes: se determinó la cantidad de contenido de alquitrán, la cual asciende a un 6.1% adquiriendo propiedades de estabilidad en un total de 475 libras y una fluencia de 13.40 mm; la estabilidad y flujo esta dado en un 63% de cumplimiento, según las especificaciones dadas por el instituto de asfalto, de ello la estabilidad y flujo presenta el 95% de cumplimiento según las especificaciones dadas por el INVIAS. Finalmente fija como conclusión: los agregados nuevos y no utilizados en una mezcla asfáltica son tema de investigación, ya que es de vital importancia determinar las propiedades físicas, mecánicas y dinámicas para así determinar

el conocimiento a fondo del comportamiento que pueda presentar el nuevo material en la mezcla asfáltica.

Cango y Santamaría (2017) indicaron en la tesis de grado titulado: “Diseño de hormigón rígido de alta resistencia utilizando escoria de acero para la aplicación en pavimento de concreto”, fijaron como objetivo: Diseñar un hormigón rígido de alta resistencia utilizando escoria de acero para la aplicación en pavimentos de concreto. Aplicando una metodología: Experimental, obtuvo los resultados siguientes: se determinó que el plomo supera la limitación máxima permisible y se está presentando el encapsulamiento del metal pesado, además el contenido de zinc presenta una cantidad mínima, a su vez el cadmio cumple con los límites máximos. El cadmio obtenido en la tabla 40 asciende a 0,2 lo que representa un encapsulamiento del material pesado. Finalmente fijó como conclusión: Que la escoria de acero es viable en la aplicación de agregado fino para el hormigón, por lo tanto es apto en la aplicación de pavimentos rígidos.

Iglesias y Ramírez (2013) indicaron en la tesis de grado titulado: “Utilización de escoria siderúrgica para el mejoramiento de mezclas asfálticas en frío”, fijaron como objetivo: Evaluar y comparar el comportamiento de las mezclas asfálticas en frío con la utilización de escoria siderúrgica con el fin de determinar si la utilización de escorias mejoran la resistencia de las mezclas asfálticas y si es viable su utilización es nuestro medio. Aplicando una metodología: Experimental, obtuvo los resultados siguientes: de los ensayos realizados a la mezcla con escoria se obtuvo una estabilidad al aire de 2735lb con una fluencia de 15mm, una estabilidad saturada de 2655lb con una fluencia de 18mm, en la prueba de tracción indirecta se obtuvo una resistencia conservada de 91%. Finalmente fija como conclusión: la adición de escoria siderúrgica mejora las características mecánicas de las mezclas asfálticas en frío pudiendo ser aprovechadas en lugares con mayores cargas de tráfico pesado.

Barreto y Garcés (2015) indicaron en la tesis de grado titulado: “Evaluación de la resistencia de una mezcla asfáltica tibia, sustituyendo en su fabricación, parte del agregado pétreo, por escoria de alto horno”, fijaron como objetivo: evaluar la resistencia de una mezcla tibia, aplicando cargas monotónicas, incluyendo escoria de alto horno por una

cantidad del componente granular y concluir si es posible utilizar dicha mezcla en la construcción de pavimentos en rehabilitación y pavimentos nuevos. Aplicando una metodología: científica de diseño experimental, obtuvo los resultados siguientes: se adicionó en las mezclas convencionales los siguientes porcentaje de escoria (20%, 37.5%, 52 %), para este caso el porcentaje de asfalto se dio de 5% a 6.5%, obteniendo porcentajes de vacíos mayores que en el diseño sin escoria. En las mezclas con el 20%, 37.5% de escoria y con el 5.5% de asfalto se determinaron valores de ensayos aceptables, en cambio para un porcentaje de 6.5% se sale de los valores típicos ya que el porcentaje de vacíos es alto. Finalmente llegaron a la conclusión: Que para temperaturas entre 110°C y 120°C de mezclado con un % de escoria de 20% y asfalto 6.0% se obtiene una mezcla eficiente para el uso en la construcción de capas asfálticas.

López y Álvarez (2017) mencionaron en la tesis de grado titulado: “Mejoramiento de la carpeta asfáltica a base de escoria siderúrgica para pavimentos flexibles (mezclas asfálticas)”, fijaron como objetivo: Mejoramiento de las propiedades de mezclas asfálticas en caliente con la utilización de escoria siderúrgica. Aplicando una metodología: Experimental, obtuvieron los resultados siguientes: en las muestras sometidas al ensayo Marshall se determinó que las estabilidades de los diseños más representativos son; la muestra A y E a comparación de las otras muestras que se realizaron, estas fueron las que más resistieron con una estabilidad de 17.3481 KN para la muestra A y 17.08 KN para la muestra E, además se obtuvo una fluencia mínima, calificándose como una mezcla excelente a las deformaciones. Finalmente concluyen que: las mezclas asfálticas con la adición de escoria siderúrgica se califican como mezclas adecuadas y capaz de resistir y/o mantener su forma bajo esfuerzos repetitivos producidos por el tránsito vehicular, haciendo una mezcla idónea para la utilización en pavimentos de carreteras, calles y vías del ecuador.

1.2.2 Antecedentes Nacionales.

Zelada (2016) indicó en la tesis de grado titulado: “Valoración económica de la escoria de horno eléctrico de SIDERPERU como producto alternativo a la piedra cantera en el sector construcción”, fijó como objetivo: Realizar la valoración económica de la escoria de horno eléctrico generada por SIDERPERU como producto alternativo a la piedra cantera en el sector construcción de la provincia de Santa, departamento de Áncash. Aplicando una

metodología: Desarrollo experimental, obtuvo los resultados siguientes: para una relación de mezcla 50/50 – 100/0, se obtuvieron los siguientes resultados de resistencia a la compresión; el primer día, la muestra obtuvo una resistencia de 74 kg/cm², al 3er día una resistencia de 148 kg/cm², a los 7 días la resistencia fue de 204 kg/cm² y a los 28 días 300 kg/cm². En el cálculo del peso específico se determinó un peso promedio en la base seca 2,35 g/cm³ con un porcentaje de absorción promedio de 3.00%. Finalmente fija como conclusión: el potencial económico de la escoria asciende a s/.402 000 para ser usado en la provincia de Santa como piedra de cantera para la construcción, además se estaría contribuyendo con la protección del medio ambiente, ya que se reduciría la explotación de minerales naturales.

Tafur y Esperanza (2015) mencionaron en la tesis de grado titulado: “Influencia de la actividad térmica y la granulometría de las escorias de horno eléctrico en la absorción de metales (P, K, Na) disueltos en los influentes de la industria alcoholera”, fijaron como objetivo: Estudiar la influencia de la actividad térmica y la granulometría de las escorias de horno eléctrico en la absorción de metal (P, K, Na). Aplicando una metodología: Método científico de diseño experimental, obtuvo los resultados siguientes: Según los resultados obtenidos, la química elemental está siendo dominada por la presencia de CaO con un (20.98%), SiO₂ con un (12.87%), FeO con un 20.12% y además el contenido de aluminio es bajo <10% en peso, de las cuales el proceso de adsorción es controlado por la iteración del calcio relativo, sílice y Hierro. La relación de CaO/SiO₂ presenta un índice igual a 1.63 de los resultados de basicidad adquiridos en la muestra de escoria. Finalmente fijaron como conclusión: en la empresa SIDERPERU, las escorias poseen la capacidad de absorber iones de Na⁺, K⁺ y PO₄-P. Al momento de la aplicación granulométrica con escoria de horno presenta una remoción de incrementación y obtiene un porcentaje de remoción de 47.2% de Na⁺, 35.6% K⁺ y 45.14% para el P.

Galván (2015) indicó en la tesis de grado titulado: “Criterios de análisis y diseño de una mezcla asfáltica en frío con pavimento reciclado y emulsión asfáltica”, fijó como objetivo: Criterios de diseño y análisis de una mezcla asfáltica en frío adicionando emulsión asfáltica y pavimento reciclado. Aplicando una metodología: Método científico, obtuvo los resultados siguientes: la humedad absorbida en la mezcla y la pérdida de estabilidad se consideran como valores altos ya que no son aceptables en un porcentaje

menor de 1.6% de asfalto y tampoco se deberá utilizar porcentajes mayores a 2% de asfalto residual. Finalmente fija como conclusión: 2.9% es el porcentaje de emulsión que debería trabajar la mezcla asfáltica como agregado reciclado.

1.3 Teorías relacionadas al tema.

1.3.1. Variable: Escoria metalúrgica.

Según (Vadillo, 1995, p. 193) La escoria metalúrgica surge del desperdicio generado en el proceso de fundición del hierro, ya que el mineral metalúrgico al estar expuesto a altas temperaturas, éste ase que el hierro se desprenda del estado natural de cantera en estado líquido de hierro puro, generando así, la ascendencia de las impurezas hacia la superficie denominada escoria. La escoria viene a ser el resultado del proceso de purificación de los materiales en la fundición de la mena.

Según Forde (2016) “El uso de las escorias en mezclas bituminosas primeramente se clasifican por su tamaño de partículas, la cual es recomendable utilizar de (2-0.063mm) como sustitución del agregado fino en la mezcla.” (p. 14).

1.3.1.1 Características de la escoria metalúrgica.

Para (Castells, 2005, p. 549) La escoria metalúrgica retirada del horno presenta una característica líquida ya que esta flota sobre el hierro puro a altas temperaturas, al aplicarle chorros de agua o por el enfriamiento natural, da lugar a una estructura cristalina denominada escoria convencional y se mantiene como material amorfo con un estado energético superior.

Según American Journal of Chemistry and Materials Science (2016) “Las escorias extraídas de cobre han sido ya utilizadas en California, Georgia y Michigan, como parte del agregado fino en mezclas asfálticas, la cual aporta una mejor estabilidad al concreto bituminoso” (p. 4).

Para Rosli (2014) “Es recomendable el uso de escoria a partir de los 3 meses de haber estado almacenado en un espacio abierto y también se deberá realizar un análisis de microestructura de este material” (p. 15).

Dimensiones de escoria metalúrgica

Dimensión: Granulometría.

Para (Castells, 2012, p. 568) En Cataluña se suministraron cuatro fracciones granulométricas de áridos con escoria en base a las siguientes medidas: áridos de 0 a 40mm, áridos de 40 a 70mm, áridos de 5 a 12mm y áridos de 12 a 18mm, estos son aplicados en; sub bases de pavimentaciones, rellenos de terreno, capas de rodadura con mezclas bituminosas, restauración de espacios degradados, árido para la formulación de hormigones, etc.

Según (American Society Testing Materials, 2004, p. 4) La clasificación de los agregados gruesos corresponde al material o grava retenido en el tamiz N°4 (4.75) y los que pasen por el tamiz N°4 quedando retenidos en el tamiz N°200 (0.075) corresponden al agregado fino, el material que pase por el tamiz N° 200 se clasificará como un material de relleno mineral o filler; estos agregados corresponden a piedra chancara, escoria triturada, grava, arena. A continuación se presenta la gradación de agregados mediante el tamizado por la norma ASTM D 3515 y la norma EG-2013.

Tabla 1

Clasificación de los agregados según ASTM.

Gradación de agregados	
Tamiz	% Total que pasa (por peso)
1" (25.0mm)	100
3/4" (19.0mm)	76-96
1/2" (12.5mm)	68-88
3/8" (9.5mm)	60-82
N°4 (4.75mm)	45-67
N°8 (2.36mm)	32-54
N°16 (1.18mm)	22-44
N°30 (0.60mm)	15-35
N°50 (0.30mm)	9-25
N°100 (0.15mm)	6-18
N°200 (0.075mm)	3-6

Fuente: American Society Testing Materials (2004).

Tabla 2

Gradación de mezclas asfálticas en caliente MAC recomendado por la EG-2013.

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	Mac-1	Mac-2	Mac-3
25,00 mm(1")	100		
19,00 mm (3/4")	80-100	100	
12,500 mm (1/2")	67-85	80-100	
9,5 mm (3/8)	60-77	70-88	100
4,75 mm (N°4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N°10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N°40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N°80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N°200)	4-8	4-8	5-10

Fuente: Manual de carreteras (2013).

Dimensión: Peso específico

Para (Bordas y Castells, 2011, p. 564) Al sustituir los áridos convencionales por áridos de escoria metalúrgica se produce un peso específico alto en la composición de mezclas, ya que la escoria posee altos porcentajes de resistencia, por lo tanto para la obtención de hormigón o mezclas asfálticas con un nivel alto de peso específico y mayor resistencia a las cargas que se puedan aplicar, recomendable utilizar la escoria metalúrgica ya que permite obtener una mayor durabilidad en la vida útil del pavimento.

Escoria enfriada al aire.

Según Castells (2012) “La escoria adhiere una estructura cristalina, presentando una elevada superficie específica y una densidad que oscila de 1120 a 1360 kg/m³, además adquiere una capacidad de absorción de agua en un porcentaje de 1 a 6 %” (p. 562).

Escoria expandida.

Para (Castells, 2012, p. 563) Las escorias expandidas son más porosas que las escorias enfriadas al ambiente natural debido a que el enfriamiento de estas es más ligero y es por ello que presentan una menor densidad a comparación de las escorias enfriadas al aire, estas se presentan con densidad de 800 a 1000 kg/m³.

Dimensión: Dosificación

Porcentaje de cemento asfáltico en la mezcla.

Según (American Society Testing Materials, 2004, p. 7) Da a conocer que; del 4.0% a 7.0% concierne el porcentaje de cemento asfáltico en la composición de la mezcla convencional, siempre y cuando la absorción de los agregados sean menores del 2.5 %, si la absorción fuese mayor; son considerados como agregados absorbentes. Al presentarse índices de absorción mayores al 4% se recomienda considerar porcentajes mayores del 7.0% de cemento asfáltico. El método MARSHAL determina el óptimo contenido de cemento asfáltico.

Tolerancias en mezclas.

Para (American Society Testing Materials, 2004) “Se debe considerar y conocer el siguiente cuadro de tolerancias de contenido de asfalto, temperatura y gradación de agregados para las pruebas necesarias a realizar en la mezcla” (p. 7).

Tabla 3

Tolerancias de contenido de asfalto para la mezcla de trabajo.

Materiales	Tolerancias
Agregado cernido por tamiz de 4.75mm (N°4) o más grande.	± 5 %
Agregado cernido por tamices Nos. 2.36mm, 1.18mm, 0.60mm y 0.30mm (Nos. 8, 16, 30 y 50).	± 4 %
Agregado cernido por tamices Nos. 0.15mm y 0.075mm (Nos. 100 y 200).	± 2 %
Cemento Asfáltico.	± 0.30 %
Temperatura de la mezcla.	14°C (25°F)

Fuente: American Society Testing Materials (2004).

La escoria metalúrgica se utilizó como parte de los agregados finos de las mezclas asfálticas en caliente y en diferentes porcentajes; se tomó como agregado fino a este material, ya que presentó la granulometría de un material granular fino.

1.3.2 Variable: Mezclas asfálticas en caliente.

Para (Rondón y Reyes, 2015, p. 80) Las mezclas asfálticas en Colombia son conocidas como MDC (Mezclas Densas en Caliente) para la correcta fabricación y aplicación de estas mezclas, es de vital importancia compactarse y extenderse a temperaturas elevadas que oscilan de 140 a 180°C, esto dependerá de la viscosidad del asfalto. El bajo contenido de vacíos con aire incorporado es una de las características principales que contiene la mezcla asfáltica, estas se dan entre 3% a 9%. En la elaboración de las mezclas asfálticas, los agregados deberán satisfacer los requerimientos de granulometría.

Según Materials and Design (2015) El contenido de vacíos es una propiedad muy importante en el estudio de las muestras ya que permite determinar el % de espacios libres en la mezcla” (p. 445).

Tipos de mezclas asfálticas

Mezclas de gradacion densa HMA.

Según Minaya y Ordóñez (2006) “Estas mezclas estan conpuestas por agregados de gradacion continua y ligante de cementto asfáltico y los agregados se miden de acuerdo a los rangos que se muestran en la tabla N°4” (p. 163).

Mezclas open – garded.

Para (Minaya y Ordóñez, 2006, p. 163) En estas mesclas se puede utilizar ligante modificado o ligante de cemento asfáltico. Sirve como una capa drenante dentro de la

estructura del pavimento y en la superficie del pavimento, mayormente sirven para la base permeable y para un drenaje libre en la superficie.

Mezclas Gap – graded.

Según (Minaya y Ordóñez, 2006, p. 163) Estas son similares a las mezclas open – garded ya que proporcionan capas densas impermeables. Las mezclas Gap se clasifican en dos tipos, el cual una de ellas es el stone mastic asphalt (SMA), esta mezcla requiere cantidades de filler mineral significativamente de agregados que alcansen el 8 a 10 % del material pasante por el tamiz 0.075mm o N° 200.

Tabla 4

Tipos de mezclas asfálticas en caliente.

Gradación densa	Open – garded	Gap - graded
Convencional Tamaño máximo nominal usualmente de 12.5 a 19mm (0.5 a 0.75 pulg.)	Porous friction course	Gap - graded convencional
Large – Stone Tamaño máximo nominal usualmente de 25 a 37.5mm (1 a 1.5 pulg.)	Base permeable tratada con asfalto	Stone Mastic Asphalt (SMA)
Arena Asfalto Tamaño máximo nominal menos que 9.5mm (0.375 pulg.)		

Fuente: Minaya y Ordóñez (2006).

DISEÑO DE MEZCLA

Consideraciones para el diseño de las mezclas asfálticas

Según (Minaya y Ordóñez, 2006, p. 167) Las mezclas comprenden diferentes características como; el contenido de asfalto, vacíos en el agregado mineral, vacíos de aire y la densidad de la mezcla. El contenido de asfalto cumple una función muy importante ya que este rodea las partículas formando una película y además es adsorbida por los agregados en un determinado porcentaje; por su parte, los vacíos en el agregado mineral son considerados como los vacíos de aire atrapados formando volúmenes de vacíos en la mezcla; la densidad de la mezcla está relacionada entre el peso de la mezcla por su unidad de volumen.

Diseño de mezcla convencional

Para (Minaya y Ordóñez, 2006, p. 178) Los agregados que comprenden una mezcla asfáltica ya sea agregado fino y grueso, están compuestos por el material que pasa el tamiz N°8 (2.36mm). Los agregados finos pertenecen a la cantidad máxima permitida que pasa por el tamiz N°8 y el agregado grueso corresponde a la cantidad mínima que pasa por el tamiz N°8. El agregado que pasa el tamiz N°200 deberá obtener un índice de plasticidad menor que 4% y no debe contener materia orgánica para ser utilizado como filler o material de relleno. El porcentaje de cemento asfáltico se determina en base al peso de la mezcla.

Para Minaya y Ordóñez (2006) “Es necesario el requerimiento de gradaciones densas en los agregados para las mezclas asfálticas en caliente. Para este fin se muestran las siguientes especificaciones recomendadas por la norma ASTM D 3515 en las tablas que se muestran a continuación” (p. 178).

Tabla 5

Composición típica del concreto asfáltico para mezclas convencionales.

Tamiz	Tamaño máximo nominal del agregado				
	(1 ½")	(1")	(¾)	(½")	(3/8")
	Porcentaje acumulado que pasa (por peso)				
50 mm(2")	100				
37.5 mm(1 ½")	90-100	100			
25.0 mm(1")	90-100		100		
19.0 mm(¾)	56-80	90-100		100	
12.5 mm(1/2")	56-80		90-100	100	
9.5 mm(3/8")	56-80			90-100	100
4.75 mm(N°4)	23-53	29-59	35-65	44-74	55-85
2.36 mm(N°8)	15-41	19-45	23-49	28-58	32-67
0.30 mm(N°50)	4-16	5-17	5-19	5-21	7-23
0.15 mm(N°100)					
0.075 mm(N°200)	0-5	1-7	2-8	2-10	2-10
Cemento asfáltico, % en peso de la mezcla total	3-8	3-9	4-10	4-11	5-12

Fuente: Minaya y Ordóñez (2006).

Ensayo Marshall.

Según Mashaan (2014) “La estabilidad de una mezcla asfáltica está influenciada con su fricción interna, cohesión e inercia, además esta se rige por la forma, gradación, tamaño y rugosidad superficial de partículas agregadas, intergranular” (p. 16).

Para (Fonseca, 1977, p. 162) El ensayo Marshall es uno de los más utilizados en los últimos tiempos, para determinar la estabilidad y la fluidez de las mezclas asfálticas en caliente. Este ensayo consiste en la rotura de probetas entre dos mordazas a una temperatura de 60°C, las probetas contienen una forma cilíndrica con diámetro de 10cm y con una altura de 6,3cm. La velocidad de avance de las dos mordazas comprende un

avance constante igual a 50 mm por minuto, en el instante de rotura se deberá anotar la deformación diametral de dicha probeta y además se anotará el esfuerzo máximo producido por la prensa, la deformación corresponde a la fluencia y el esfuerzo máximo corresponde a la estabilidad.

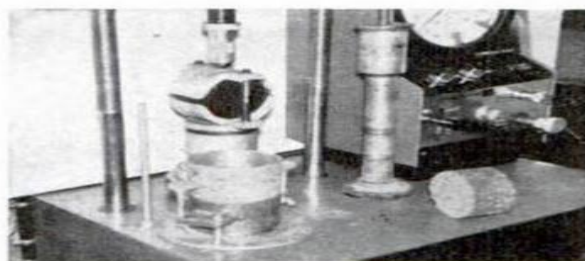


Figura 3. Ensayo Marshall.

Fuente: (Fonseca, 1977).

Para (The Asphalt Institute, 1962, p. 64) Las características principales del ensayo MARSHAL es determinar y analizar la densidad, vacíos de la mezcla asfáltica y también la estabilidad y fluencia. Un punto muy importante en tomar en cuenta es; los áridos no deben exceder en un tamaño mayor a 1” para la composición de la mezcla asfáltica.

Según Journal (2014) “Uno de los objetivos q se plantea en la elaboración de mezclas asfálticas, es determinar una mezcla económica y además esta deberá proporcionar estabilidad suficiente para soportar cargas y deformaciones, es por ello q se utiliza el ensayo Marshall para determinar dichas propiedades” (p. 475).

Preparación de probetas para el ensayo marshall.

Para Sarsam (2015) “El relleno mineral es un agregado importante para mezclas asfálticas ya que permite cumplir con la gradación especificada, además tener en cuenta que los agregados y cemento asfáltico estén calentados a una temperatura de 150 °C para así obtener una viscosidad cinemática” (p. 446).

Según (INVIAS E-800-13, 2013, p. 8) La cantidad de probetas para el estudio va a depender del porcentaje de asfalto a ulitizar, como mínimo se deberán preparar tres probetas para cada diseño de asfalto, mayormente se comiensa con un porcentaje de 5% de asfalto. Para un diseño con 3 contenidos de asfalto se necesitan 12 probetas de las cuales para cada una de las muestras se necesitara 4050 g de ingredientes que equivale a 4.05kg y 3.3 litros de asfalto, se debe considerar catidad extra ya que siempre queda un desperdicio. Los agregados deben estar secos a una temperatura de 105°C a 110°C y los tamaños de

áridos se separan por tamizado. La norma INVIAS recomienda las porciones que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 6

Porciones recomendadas por la norma INV E – 800 – 13.

Tamiz	Porciones
2" a 1 ½"	50.0mm a 37.5mm
1 ½" a 1"	37.5mm a 25.0mm
1" a ¾"	25.0mm a 19.0mm
¾" a 3/8"	19.0mm a 9.50mm
3/8" a N°4	9.50mm a 4.75mm
N°4 a N°8	4.75mm a 2.36mm
N°8	Pasante de 2.6 mm

Fuente: INVIAS E-800-13 (2013).

Para (Fonseca, 1977, p. 163) Las probetas son preparadas en moldes adecuados de acero, donde estas son sometidas a compactación por apisonado, al momento de amoldar y apisonar o compactar, estos instrumentos deberán estar calientes a una temperatura de 95 a 150°C, la cantidad de golpes va a depender de los métodos de proyecto de mezclas a elegir, por lo general son de 35, 50 y 75 golpes.

1.3.2.1 Características de las mezclas asfálticas en caliente.

Según (Rondón y Reyes, 2015, p. 83) Las características principales que debe cumplir las mezclas asfálticas son; adherencia entre los agregados pétreos, cohesividad, resistencia a las fallas producidas por fatiga, resistencia a la deformaciones y fusilamientos producidos por la humedad, resistencia al envejecimiento, resistencia a la susceptibilidad térmica, resistencia a las fisuras y deformaciones permanentes bajo cargas cilíndricas y monotónicas, rigidez, resistencia a las cargas transmitidas por el tránsito vehicular, durabilidad, etc.

Dimensiones de mezclas asfálticas en caliente

Dimensión: Estabilidad

Para (Minaya y Ordóñez, 2006, p. 7) El ensayo de estabilidad se desarrolla ubicando el espécimen cilíndrico de forma horizontal donde se aplica una carga vertical. En el momento que se produce la falla al ser aplicada la máxima carga se toma lectura de la estabilidad que pudo soportar la briqueta. La estabilidad es la resistencia de dicha mezcla contra la deformación y desplazamiento.

Según (Minaya y Ordóñez, 2006, p. 7) La cohesión interna y la fricción son las principales características de la estabilidad en una mezcla asfáltica; ya que las partículas del agregado y la fricción interna se relacionan con la textura y sus características geométricas, por su parte la cohesión mantiene unidas las partículas debidamente a la capacidad del ligante asfáltico. La estabilidad aumenta a medida que se aumente mayor cantidad de cemento asfáltico en la mezcla, pero cuando se sobrepasa el límite, este impide la fricción interna en la composición de partículas generando que la estabilidad tiende a disminuir, de la forma como se aprecia en el siguiente gráfica, donde se muestran resultados típicos de estabilidad según el porcentaje de asfalto.

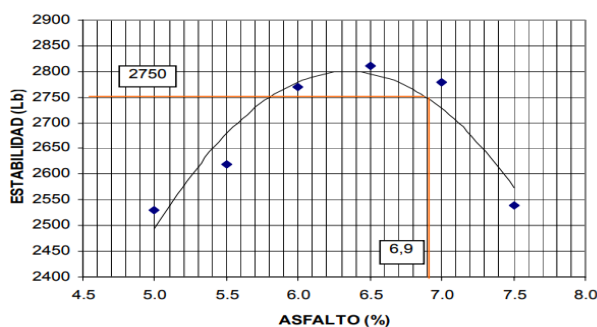


Figura 4. Estabilidad vs. % de asfalto.

Fuente: Minaya y Ordóñez (2006).

Según (Villalaz, 2004, p. 278) Antes de comenzar a hacer el ensayo Marshall, el espécimen deberá tomar el baño maría a una temperatura de 60°C en un periodo de tiempo de 20 a 30 minutos. Una vez culminado el baño maría se procederá a secar la superficie del espécimen a ensayar, luego se colocarán las muestras en las dos secciones de la cabeza del equipo Marshall y se procederá a ensayar. Antes de comenzar se deberá instalar el medidor de flujo, donde este deberá estar reajustado a cero y será ubicado en el poste guía del equipo. El ensayo Marshall mide la estabilidad en base a una carga sometida al espécimen con una velocidad de 5 centímetros por minuto, esta carga se aplicará hasta que la muestra falle. El valor de la estabilidad se debe registrar al momento de aplicar la máxima carga, donde la muestra falla a temperaturas de 60°C.

Dimensión: Resistencia a la tracción indirecta

Para (Minaya y Ordóñez, 2006, p. 5) los consecuentes agrietamientos de los materiales que conforma la mezcla asfáltica, son generados por la flexión repetida de cargas dinámicas, generándole a las mezcla grandes fallas concernientes a la fatiga. En el momento que la

mezcla asfáltica está siendo sometida a la deformación permanente y tensión, este acto corresponde al deterioro estructural de la mezcla, denominándole como falla producida por fatiga, las fallas generadas por fatiga se producen debido a la repetición constante de cargas.

Para Haddadi (2016) Es un ensayo realizado a especímenes de forma cilíndrica en la cual se determina la falla, a una cierta temperatura con una velocidad y desplazamiento constante” (p. 8).

Según (Minaya y Ordóñez, 2006, p. 10) El ensayo de tracción indirecta consiste en la aplicación de cargas estáticas hacia el espécimen a ensayar, ubicándolo de forma horizontal en el equipo de ensayo, la carga que se aplica es progresiva con velocidad de deformación entre 0.8 ± 0.1 mm/s. las muestras o briquetas son de la misma medida que las muestras establecidas para el ensayo Marshall.

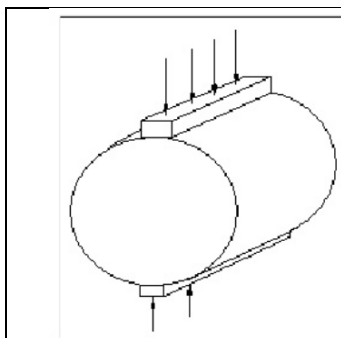


Figura 5. Ensayo de tracción indirecta durante falla.
Fuente: Minaya y Ordóñez (2006)



Figura 6. Especimen de prueba para ensayo.
Fuente: Minaya y Ordóñez (2006)

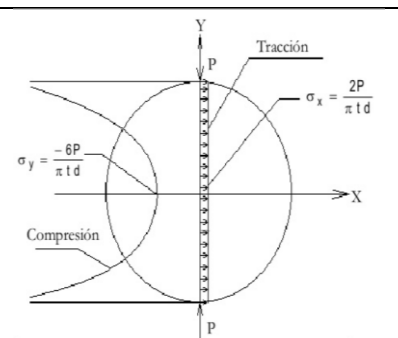


Figura 7. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta en falla.
Fuente: Minaya y Ordóñez (2006)

Para (Minaya y Ordóñez, 2006, p. 11) La distribución de las fuerzas uniformes son producidas mediante una carga hacia el espécimen de 0.5 pulgadas (12.7mm) de ancho y con un diametro de 4 pulgadas (101.6mm). En la ejecución de este ensayo se deberá proporcionar una carga uniforme al espécimen. A continuación se muestran las ecuaciones para el calculo de deformaciones y esfuerzos para traccion indirecta.

$$\sigma_x = \frac{2P}{\pi t d} \tag{Ec.1}$$

$$\sigma_y = \frac{6P}{\pi t d} \tag{Ec.2}$$

$$\varepsilon_f = 0.52 \times t \quad (\text{Ec.3})$$

Donde:

σ_x = Esfuerzo de tracción horizontal en el centro del espécimen (psi).

σ_y = Esfuerzo de compresión vertical en el centro del espécimen (psi).

ε_f = Deformación por tracción en falla (plg/plg).

P = Carga aplicada (lbs).

d = Diámetro del espécimen (plg).

t = Espesor del espécimen (plg).

Xt = Deformación horizontal a lo largo del espécimen (plg).

Según (Minaya y Ordóñez, 2006, p. 11) En caso de que el espécimen tenga un diámetro de 6 pulgadas, la carga que se debe aplicar corresponde a un diámetro de 0.75 pulgadas (19.0mm) a todo el ancho. La primera propiedad que proporciona este ensayo, corresponde al parámetro que analiza la susceptibilidad al hundimiento en mezclas, más conocido como resistencia a la tracción; la segunda propiedad se emplea para evaluar el potencial del agrietamiento en la mezcla y se conoce como deformación por tracción, por lo tanto la tracción y la deformación por tracción son las propiedades que determina el ensayo de tracción indirecta. La aplicación de carga en este ensayo se realiza a una velocidad de 2"/min que equivale a 50.8mm/min en una temperatura de 25°C.

Para Rondón y Reyes (2015) El ensayo de tracción indirecta a comparación de otros ensayos es el más representativo para la medición de esfuerzos y deformaciones correspondientes a la fatiga, en la figura se muestran 9 ejemplos de ensayos a tracción indirecta. (p. 200)

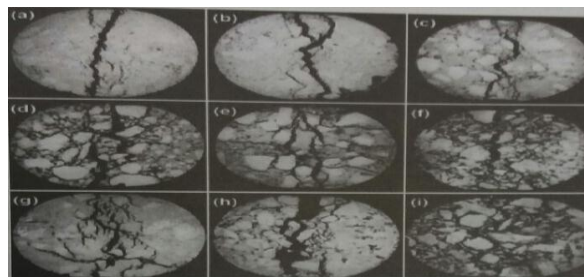


Figura 8. Comportamiento típico de probetas sometidas al ensayo de tracción indirecta.

Fuente: Rondón y Reyes (2015).

Dimensión: Fluencia

Según (Minaya y Ordóñez, 2006, p. 9) Al ser sometido el espécimen a la máxima carga, este se deforma verticalmente y es ahí donde se produce el valor del flujo ya que el flujo es la deformación vertical total del espécimen. En las mezclas de gradación densa se puede indicar el potencial de la deformación permanente. La mezcla es inestable bajo los esfuerzos o cargas producidos por el tránsito cuando el flujo es mayor que 0,16 pulgadas.

Al aumentarse el contenido de vacíos automáticamente se presentara una variación de fluencia, es por ello que la microestructura de vacíos afecta a la deformación de la mezcla.

Para (Minaya y Ordóñez, 2006, p. 9) El contenido de asfalto representa un papel muy importante ya que a más cantidad de asfalto mayor será los valores de flujo siempre y cuando se aplique a mezclas asfálticas en caliente, el asfalto le confiere mayor durabilidad a las mezclas. La separación del asfalto con el agregado, el cambio en las propiedades del asfalto y la desintegración del agregado son los factores externos que deberán resistir las mezclas asfálticas, ya que de ello dependerá la durabilidad.

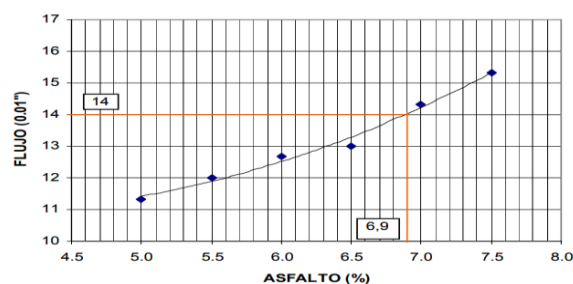


Figura 9. Flujo vs. % de asfalto.

Fuente: Minaya y Ordóñez (2006).

1.4 Formulación del problema.

1.4.1 Problema General.

¿De qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en el diseño de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018?

1.4.2 Problemas específicos.

¿De qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en la estabilidad de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018?

¿De qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en la resistencia a la tracción indirecta de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018?

¿De qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en la fluencia de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018?

1.5 Justificación del estudio

La investigación presentada adquiere mucha importancia y beneficencia en la reutilización de desperdicios generados en la minería, dando a conocer una alternativa de uso a este material. Es por ello que la presente investigación permitirá un estudio de las propiedades en mezcla asfálticas con la adición de escoria metalúrgica, la cual se determinó; la estabilidad, la resistencia a la tracción indirecta y fluencia. El estudio es enfocado netamente en los ensayos de laboratorio siguiendo los procedimientos establecidos por las normativas de diseño de mezclas.

Justificación práctica

Los ensayos se realizaron utilizando los siguientes equipos de laboratorio; extractor de probetas, dispositivo para moldear probetas, martillos de compactación, baño María, equipo Marshall, equipo Lottman, etc. El baño María consiste en mantener bajo agua la briqueta a una temperatura de 60°C por un tiempo de 25 a 30 minutos.

Las briquetas de estudio están compuestas por materiales granulares de medición estándar exigidas por la norma en la cual son sometidas a un precalentamiento antes de realizar el mezclado, ya que, los agregados tienen que estar a la misma temperatura del asfalto.

Justificación metodológica

Se ha tomado como referencia la metodología fijada para cada diseño de mezclas asfálticas, donde se determina el comportamiento de estas con la adición de escoria metalúrgica.

El método Marshall y el método Lottman son los mecanismos para la medición del estudio de mezclas asfálticas en caliente, estos métodos permitirán calificar la calidad de la mezcla asfáltica elaborada con tres porcentajes diferentes de escoria metalúrgica y un diseño convencional.

Justificación económica

La utilización de este material es apto y cómodo ya que no necesita pasar por un proceso de trituración debido a que presenta la granulometría de agregado fino. La utilización del material permitirá reducir costos concernientes a la explotación de minerales naturales y del proceso de trituración de ellos.

1.6 Hipótesis.

1.6.1 Hipótesis General.

La adición de escoria metalúrgica influye significativamente en el diseño de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018.

1.6.2 Hipótesis Específicos.

La adición de escoria metalúrgica influye significativamente en la estabilidad de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018

La adición de escoria metalúrgica influye significativamente en la resistencia a la tracción indirecta de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018

La adición de escoria metalúrgica influye mínimamente en la fluencia de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018.

1.7 Objetivos.

1.7.1 Objetivo General.

Determinar de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en el diseño de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018.

1.7.2 Objetivos Específicos.

Determinar de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en la estabilidad de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018.

Determinar de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en la resistencia a la tracción indirecta de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018.

Determinar de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en la fluencia de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018.

II. METODOLOGIA

2.1 Método: Científico

Según (Narváez, 2009, p. 33) El método científico consiste en un estudio, basándose en determinadas reglas, que permiten avanzar en el proceso del conocimiento y rigiéndose en pasos aplicados ordenadamente, desde lo conocido a lo desconocido. El objeto de estudio de la ciencia es estudiado en base a procedimientos y reglas establecidas.

Para Namakforoosh (2005) “Para entender, explicar y predecir los fenómenos, es lo que concierne a la investigación, ya que al investigar se pretende saber, analizar qué es y en qué condiciones se manifiesta el fenómeno” (p. 50).

Bajo estas consideraciones se empleará el método científico; pues se obtendrán nuevos conocimientos y comportamientos que pueda generar el fenómeno a estudiar, aplicando procedimientos establecidos por las metodologías de estudio.

2.2 Tipo: Aplicada

Para Ibáñez (2017) “La investigación aplicada pretende dar soluciones de forma práctica a los problemas concretos y no pretende desarrollar teorías o principios” (p. 42).

Según el análisis presentado en este trabajo se tendrá una investigación aplicada; pues, se aplicará el ensayo MARSHALL y el ensayo LOTTMAN al diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica, para determinar la estabilidad, la fluencia y la resistencia a la tracción indirecta de las muestras que serán sometidas a ensayos de laboratorio.

2.3 Nivel: Descriptivo – Correlacional

Según (Hernández, 2014, pp. 92-95) Los estudios descriptivos se basan en la recopilación de información ya sea independiente o conjunta, sobre los conceptos o fenómenos a los que se refieren. Los estudios correlacionales permiten conocer el grado de asociación o relación que pueda existir en 2 o más conceptos de un contexto o muestra, también se podría decir que el estudio correlacional pretende dar respuestas a preguntas sobre la investigación.

Según los alcances presentados en esta investigación, el nivel será descriptivo y a la vez correlacional; pues, se determinará minuciosamente el comportamiento que presente

las mezclas asfálticas, adicionando diferentes porcentajes de escoria metalúrgica, además se conocerá el grado de asociación de muestras con escoria y sin escoria.

2.4 Diseño: Experimental

Para Hernández (2014) “En el diseño experimental se requiere la manipulación intencional de una acción para analizar los posibles resultados, es por ello que uno de los requerimientos principales en el diseño experimental concierne a la manipulación intencional de la variable independiente” (p. 129).

Bajo las consideraciones presentadas en el desarrollo del presente trabajo, se tendrá un diseño experimental; pues, se manipulará la variable independiente y se obtendrá el efecto significativo que pueda desarrollarse en la variable dependiente, correspondiente a las mezclas asfálticas en caliente.

2.5 Variables, Operacionalización.

2.5.1 Identificación de variables.

Variable independiente: Escoria metalúrgica.

Variable dependiente: Propiedades de mezclas asfálticas en caliente.

2.5.2 Operacionalización de variables.

Cada una de las variables se dividió en tres dimensiones, a su vez cada dimensión se subdividió en tres indicadores.

A continuación se muestra la matriz de operacionalización de variables.

Tabla 7
Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	Instrumento	ESCALA DE VALORACIÓN
VARIABLE X1: Escoria metalúrgica.	Según (Vadillo, 1995, p. 193) La escoria metalúrgica surge del desperdicio generado en el proceso de fundición de metales, ya que el material metalúrgico al estar expuesto a altas temperaturas, esto ase que el metal se desprenda del estado natural de cantera en estado líquido de metal puro, generando así, la ascendencia de las impurezas hacia la superficie denominada escoria. La escoria viene a ser el resultado del proceso de purificación de los materiales en la fundición de la mena.	Para Minaya y Ordóñez (2006) “los agregados que conformen las mezclas asfálticas deberán pasar por un correcto control de calidad mediante ensayos correspondientes a granulometría, peso específico, dosificación, entre otros y debiendo cumplir con las especificaciones de la EG-2000” (pp. 30-34).	D1: Granulometría. D2: Peso específico. D3: Dosificación.	I1: Tamiz N°4 – N°10. I2: Tamiz N°40 – N°80. I3: Tamiz N°200 – Fondo. I1: Peso específico base seca. I2: Peso específico base saturada. I3: Peso específico aparente. I1: 10% de escoria. I2: 15% de escoria. I3: 12% de escoria.	Ficha de recopilación de datos	R A Z O N
VARIABLE Y2: Mezclas asfálticas en caliente.	Para (Rondón y Reyes, 2015, p. 80) Las mezclas asfálticas en Colombia son conocidas como MDC (Mezclas Densas en Caliente), para la correcta fabricación de estas mezclas, es de vital importancia compactarse y extenderse a temperaturas elevadas que oscilan entre 140 a 180°C, esto dependerá de la viscosidad del asfalto. El bajo contenido de vacíos con aire incorporado es una de las características principales que contiene la mezcla asfáltica, estas se dan entre 3% a 9%. En la elaboración de las mezclas asfálticas, los agregados deberán satisfacer los requerimientos de granulometría.	Según (Minaya Y Ordóñez, 2006, p. 145) En los años 1993 se realizó una investigación sobre mezclas asfálticas en los EE.UU, con el fin de comparar mediante ensayos el comportamiento mecánico de las mezclas densas y SMA, en el estudio se determinó las propiedades de estabilidad, resistencia a la tracción indirecta, fluencia, entre otros. Del estudio realizado se concluyó que los ensayos permiten determinar el comportamiento de las mezclas asfálticas.	D1: Estabilidad. D2: Resistencia a la tracción indirecta. D3: Fluencia.	I1: < 8,15 KN (No cumple) I2: 8,15 KN (Cumple) I3: >8,15 KN (Considerable) I1: < 80 % (No cumple) I2: 80 % (Cumple) I3: >80% (Considerable) I1: < 8 (Muy estable) I2: 8 – 14 (Estable) I3: >14 (Inestable)	Ficha de recopilación de datos	R A Z O N

Fuente: Elaboración propia.

2.6 Población, Muestra y Muestreo.

Población

Según Calderón y Alzamora (2010) “La población es el conjunto de todas las cosas, hechos, objetos, instituciones, personas, etc. La cual son motivo de investigación científica” (p.47).

Para el presente trabajo se tomará como población la cantidad de briquetas a ensayar en el laboratorio, de la cual se analizará para un diseño patrón y posteriormente para las mezclas variando porcentajes de escoria metalúrgica, la norma establece que como mínimo se debe hacer tres probetas para cada diseño en cada porcentaje de asfalto, pero siempre se debe tomar en cuenta una briqueta más por prevención, correspondiente a ello, las briquetas que formarán la población son: 16 briquetas en el diseño fallado de la gradación MAC N°01; 24 briquetas en el diseño MAC N°02 del ensayo Marshall correspondiente a la mezcla patrón y 4 briquetas en el ensayo Lottman; En los diseños experimentales con escoria del ensayo Marshall 20 briquetas y del ensayo Lottman 4 briquetas, sumando un total de 68 briquetas que se tomaron como población.

Muestra

Según Moreno (2000) “Es el subconjunto de la población y/o del universo que está representada por todas las cosas, hechos, objetos, etc.” (p. 9).

En el presente trabajo se tomará como muestra las probetas que serán sometidas a la aplicación de los ensayos de estabilidad, fluencia y resistencia a la tracción indirecta, entre otros ensayos. La muestra para el estudio en la presente investigación es: 12 briquetas en el diseño fallado de la gradación MAC N°01; 20 briquetas en el diseño MAC N°02 del ensayo Marshall correspondiente a la mezcla patrón y 4 briquetas en el ensayo Lottman; En los diseños experimentales con escoria del ensayo Marshall 17 briquetas y del ensayo Lottman 4 briquetas, sumando un total de 57 briquetas que se tomaron como población.

Muestreo: no probabilístico

Según (Ñaupás, 2014, p. 253) Los muestreos por juicio o criterio de investigación pertenecen a las formas asumidas por el muestreo no probabilístico, las muestras obtenidas son de carácter sesgadas y no hay posibilidad de saber cuál es el nivel de confiabilidad. Este muestreo no utiliza la ley de azar ni el cálculo de probabilidades.

Según Ñaupas (2014) “El muestreo por juicio permite identificar la muestra en base al criterio del propio investigador” (p. 253).

En el presente trabajo se realizará el muestreo no probabilístico o muestreo por conveniencia; pues, la muestra se seleccionará de la población, mediante el criterio del propio investigador y considerando las muestras más representativas para el estudio.

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

Técnicas

Para Zapata (2005) “Las técnicas más utilizadas son; el análisis de contenido, el sondeo o la encuesta, la observación y el experimento” (p. 187).

Para el desarrollo del presente trabajo las técnicas a utilizar corresponden al análisis de contenido y a la observación; pues, se determinará el comportamiento de las mezclas con diferentes porcentajes de escoria mediante la observación directa en el laboratorio.

Instrumentos

Según Schiffman y Kanuk (2005) “Los instrumentos se pueden definir como guías para el análisis en casos de datos cualitativos, para la recolección de datos incluyen escalas de actividades como; ficha de recolección de datos, inventarios personales y cuestionarios.” (p.36).

En base a los conceptos planteados, el instrumento que se empleará en la presente investigación corresponde a la ficha de recolección de datos; pues, se recopilará información de los ensayos a realizar en el laboratorio, de las cuales, los ensayos cuentan con instrumentos de medición normados y calibrados.

Confiabilidad

Para Hernández (2014) “La confiabilidad del instrumento se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales” (p. 200).

En la presente investigación, la confiabilidad del instrumento no concuerda con la definición planteada por Hernández, ya que los resultados de las muestras (sometidas a ensayos de estabilidad, resistencia a la tracción indirecta y fluencia) no serán iguales, es por ello que el instrumento será la ficha de recolección de datos en la investigación.

Validez

Según Hernández (2014) “La validez es una cualidad que consiste en que las pruebas midan lo que pretenden medir. Las pruebas deben medir las características específicas de las variables para las cuales fueron diseñadas” (p. 201).

La validez de contenido se determina generalmente mediante el juicio de expertos, es por ello que la investigación presentada ha sido revisada y validada por expertos especialistas en el tema de estudio, la cual se muestra a continuación 2 tablas que representan este fin.

Tabla 8

Rangos y magnitud de validez.

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja

Fuente: (Ruiz, 2002, p. 12).

Tabla 9

Coefficiente de Validez por juicio de expertos.

Validez	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio
V1 y V2	0.91	0.925	0.912	0.92
Índice de Validez				0.92

Fuente: Elaboración propia.

En el anexo 2.1 se presenta la ficha de recopilación de información, con la respectiva validación por el juicio de expertos.

2.8 Método de análisis de datos.

Para Álvaro y Obagi (2008) “Los gráficos de barras permiten analizar los resultados y representan el comportamiento de las frecuencias de distintos valores, obtenidos en el estudio; por su parte las curvas estadísticas representan gráficamente el comportamiento de las muestras en forma continua” (p. 23).

En el presente trabajo se aplicará la estadística descriptiva para la determinación de frecuencias, parametros de tendencia variacional y parametros de tendencia central; los mismos que han sido determinados con Excel.

2.9 Aspectos Éticos

Para lograr los objetivos planteados en el presente trabajo, el investigador está comprometido a respetar los datos tomados de los reglamentos que servirán para el desarrollo del presente trabajo y se respetará los resultados obtenidos en el laboratorio.

III. RESULTADOS

3.1 Recopilación de información

3.1.1 Trabajo de campo

El trabajo de campo fue desarrollado mediante la adquisición de información en la oroya y en documentos como: antecedentes relacionados al tema, tesis, normas técnicas, revistas y libros.

El estudio de la presente investigación se desarrolló con el fin de que pueda ser aplicado en cualquier parte del país, ya que, los ensayos desarrollados en el laboratorio son válidos y confiables, donde se determinó los parámetros de diseño de mezclas asfálticas en caliente adicionando escoria metalúrgica. Para lograr este fin se tomó muestras e información de la escoria que es desechable en la fundición de metales por la empresa metalúrgica Roe Run Perú, siendo un material no contaminante para el medio ambiente.



Figura 10. Recojo de la escoria como muestra para los ensayos.

3.1.2 Caracterización y control de calidad de los materiales para los diseños de mezclas asfálticas.

Agregados

En las mezclas asfálticas se utilizaron los agregados provenientes de la cantera Gloria, la cantera Excalibur y la cantera Carapongo, la escoria ha sido traída de la Oroya. Los agregados que han conformado las mezclas son: piedra chancada de ½”, escoria

metalúrgica, arena triturada de la cantera Excalibur y arena natural zarandeada de la cantera Gloria.



Figura 11. Recojo de agregados en la planta mezcladora de asfaltos Gloria ubicada en huachipa.

Asfalto

El tipo sólido PEN 60/70 es el cemento asfáltico que se ha considerado para las gradaciones de mezclas asfálticas, este material fue obtenido del TDM Asfaltos SAC.

Filler

Se consideró en un primer diseño o gradación como filler al cemento portland, ya que este brinda una mejor adherencia entre el cemento asfáltico y agregados, de las cuales en un primer diseño patrón, los resultados obtenidos fueron desfavorables no cumpliendo con los parámetros establecidos por la especificación EG-2013 sección 423-06, al analizar el motivo por el cual no cumplió, se determinó que los agregados finos contienen demasiado porcentaje de partículas refinadas por lo tanto se descartó este diseño y los ensayos se muestran en el anexo 5. Posteriormente pasamos a analizar una segunda gradación sin la utilización de filler en la mezcla, la cual obtuvimos resultados muy favorables cumpliendo con lo especificado por la norma.

3.1.3 Ensayos.

Los objetivos planteados en esta investigación se han analizado mediante la metodología Marshall y tomando en cuenta las normativas del MTC E 504 / EG-2013 sección 423 y la

norma AASHTO T283 correspondiente para el ensayo lottman. La mezcla está conformada por cemento asfáltico y agregados, antes de empezar a realizar las mezclas se analizará por separado cada uno de los agregados para determinar la calidad del material. En el análisis se partió primeramente de una gradación patrón y posteriormente variando porcentajes de escoria en cada gradación determinada. El ensayo Lottman se realizó a la gradación patrón y a la gradación que cumplió con los parámetros de la especificación, en este ensayo se siguió la norma AASHTO T283.

Ensayos de los agregados

Es muy importante saber la calidad de los agregados que serán utilizados en las mezclas asfálticas ya que de estos dependerá el comportamiento de las muestras a ensayar.

Para Espinosa (2016) “Los agregados deberán pasar primeramente por un control de calidad, para luego posteriormente ser utilizados en los diseños a estudiar, clasificando cada uno de estos por calidad y cumplimiento de los parámetros exigidos por las normas” (p. 179).

Agregados Gruesos.

Análisis Granulométrico EG-2013 (Norma: ASTM C 136 / ASTM C 117)

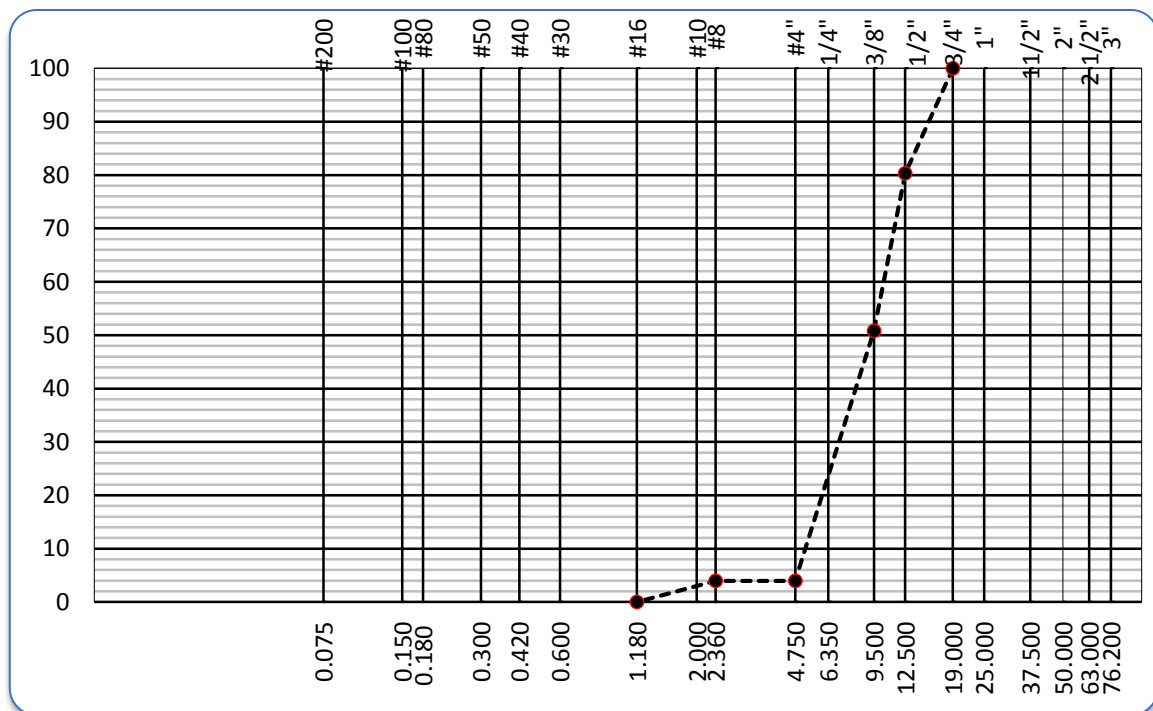


Figura 12. Curva Granulométrica de la grava triturada en las mismas condiciones que llegó al laboratorio.



Figura 13. Cuarteo del agregado grueso.



Figura 14. Muestra del agregado grueso.



Figura 15. Lavado y secado del agregado grueso.



Figura 16. Tamizado del agregado grueso.

Otros ensayos:

Tabla 10

Requerimientos para los agregados gruesos.

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		≤ 3.000	> 3.000
Durabilidad (al sulfato de magnesio)	MTC E 209	18 % máx.	15 % máx.
Abrasión los Ángeles	MTC E 207	40 % máx.	35 % min.
Adherencia	MTC E 517	+ 95	+ 95
Índice de durabilidad	MTC E 214	35 % min.	35 % min.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10 % máx.	10 % máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales solubles totales	MTC E 219	0,5 % máx.	0,5 % máx.
Absorción	MTC E 206	1,0 % máx.	1,0 % máx.

Fuente: Manual de carreteras (2013).

Agregados Finos.

Se realizaron ensayos a cada agregado fino que fueron utilizados en los diseños de mezclas asfálticas, esto debido a que dichos materiales cumplan con las exigencias de calidad establecidas por norma, cada material es analizado principalmente en la granulometría de las partículas y el porcentaje de absorción, entre otros ensayos importantes. Las granulometrías del agregado fino ya sea de la arena zarandeada y la arena triturada se muestran en el anexo 3. A continuación se presenta la curva granulométrica de la escoria metalúrgica traída de la oroya la cual corresponde a la variable experimental en el desarrollo de la presente investigación.

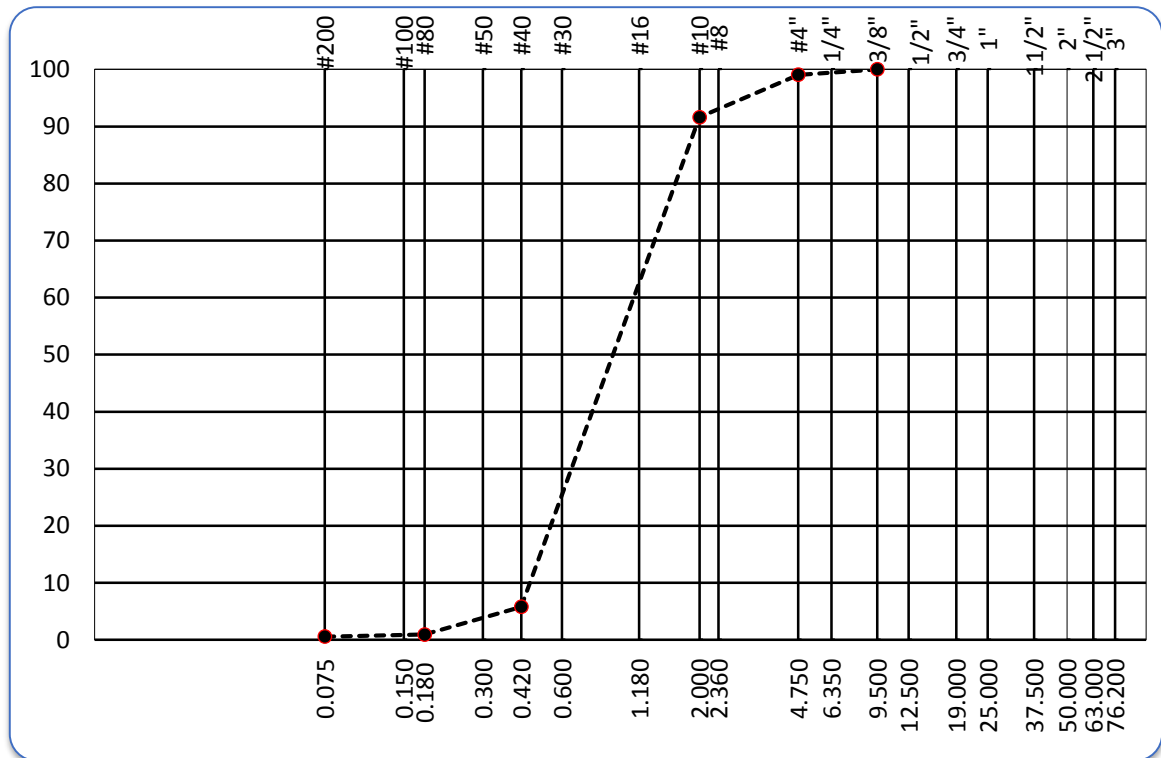


Figura 17. Curva Granulométrica de la escoria metalúrgica en la condición natural en que se encuentra.



Figura 18. Cuarteo del agregado fino (Arena natural zarandeada de la cantera Gloria).



Figura 19. Tamizado de agregado fino (Arena triturada de la cantera Excalibur)



Figura 20. Muestra del agregado fino (Arena triturada de la cantera Excalibur).



Figura 21. Cuarteo de la escoria metalúrgica.



Figura 22. Muestra de la escoria metalúrgica

Los siguientes ensayos también son considerados:

Tabla 11

Requerimientos para los agregados finos.

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		<= 3.000	> 3.000
Equivalente de arena	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8máx.	8máx.
Índice de plasticidad (malla N° 40)	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad (al sulfato de magnesio)	MTC E 209	-	18 % máx.
Índice de durabilidad	MTC E 214	35 min.	35 % min.
Índice de plasticidad (malla N° 200)	MTC E 111	4 máx.	NP
Sales solubles totales	MTC E 219	0,5 % máx.	0,5 % máx.
Absorción	MTC E 205	0,5 % máx.	0,5 % máx.

Fuente: Manual de carreteras (2013).

Los requerimientos de ensayos que se muestran en la tabla N°12 para agregados finos, se encuentran en el anexo 3.

Ensayos del cemento asfáltico

El cemento asfáltico es el principal agregado en una mezcla asfáltica, por la cual se deberán realizar una serie de ensayos que se indican a continuación, estos ensayos fueron realizados en el laboratorio REFINACIÓN CONCHÁN.

Penetración (Norma: ASTM D - 5), en este ensayo se mide la consistencia del asfalto.

Ductilidad (Norma: ASTM D - 113), este ensayo mide el hilo estirado en cuanto ya no soporte el estiramiento al que se encuentra sometido una probeta, justo en el segundo antes de romperse.

Punto de inflamación (Norma: ASTM D - 92), la temperatura máxima es determinada a través de este ensayo al ser almacenado de una forma segura, previniendo alguna inflamación.

Los resultados de los ensayos mencionados y otros del cemento asfáltico PG BETUTEC 60 – 70, son mostrados con más detalle en el anexo 8 .

Ensayos de las mezclas asfálticas

Tabla 12

Gradación para la mezcla asfáltica en caliente (MAC).

Tamiz	Porcentaje que pasa		
	Mac-1	Mac-2	Mac-3
25,00 mm(1")	100		
19,00 mm (3/4")	80-100	100	
12,500 mm (1/2")	67-85	80-100	
9,5 mm (3/8)	60-77	70-88	100
4,75 mm (N°4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N°10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N°40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N°80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N°200)	4-8	4-8	5-10

Fuente: Manual de carreteras (2013).

Se observa en la tabla N° 13 los requerimientos del diseño de mezclas establecidos por la norma EG-2013, dando a conocer tres tipos de gradaciones para el diseño de mezclas que se deben cumplir: MAC-1, MAC-2 y MAC-3.

Luego de haber realizado los ensayos de calidad en los agregados se pasó a elegir el tipo de gradación que utilizaremos en nuestras mezclas asfálticas, en base a las consideraciones presentadas, se utilizará la gradación del MAC – 2.

De la determinación del óptimo contenido de asfalto se procedió a desarrollar las gradaciones experimentales que se analizarán en la investigación, como bien lo mencionamos anteriormente se ha realizado 4 gradaciones de mezclas asfálticas, en las cuales, la primera gradación corresponde al diseño patrón y los otros tres corresponden a las gradaciones variando porcentajes de escoria, todos estos diseños han tenido que ser evaluados en base a la norma EG-2013, parámetros de diseño.

El diseño patrón se desarrolló utilizando los 2 tipos de arena presentados anteriormente, correspondientes a la arena zarandeada y la arena triturada. El porcentaje óptimo se determinó mediante 4 porcentajes de asfalto, de estos obtuvimos un óptimo de 5.53% de cemento asfáltico PEN – 60/70 el cual es utilizado para los 4 diseños de mezclas asfálticas.

En la presente figura se muestra la curva granulométrica del diseño MAC N°2 correspondiente al diseño patrón con el 35% de arena triturada, el 25% de arena natural y el 40% de grava triturada la cual suman un 100%.

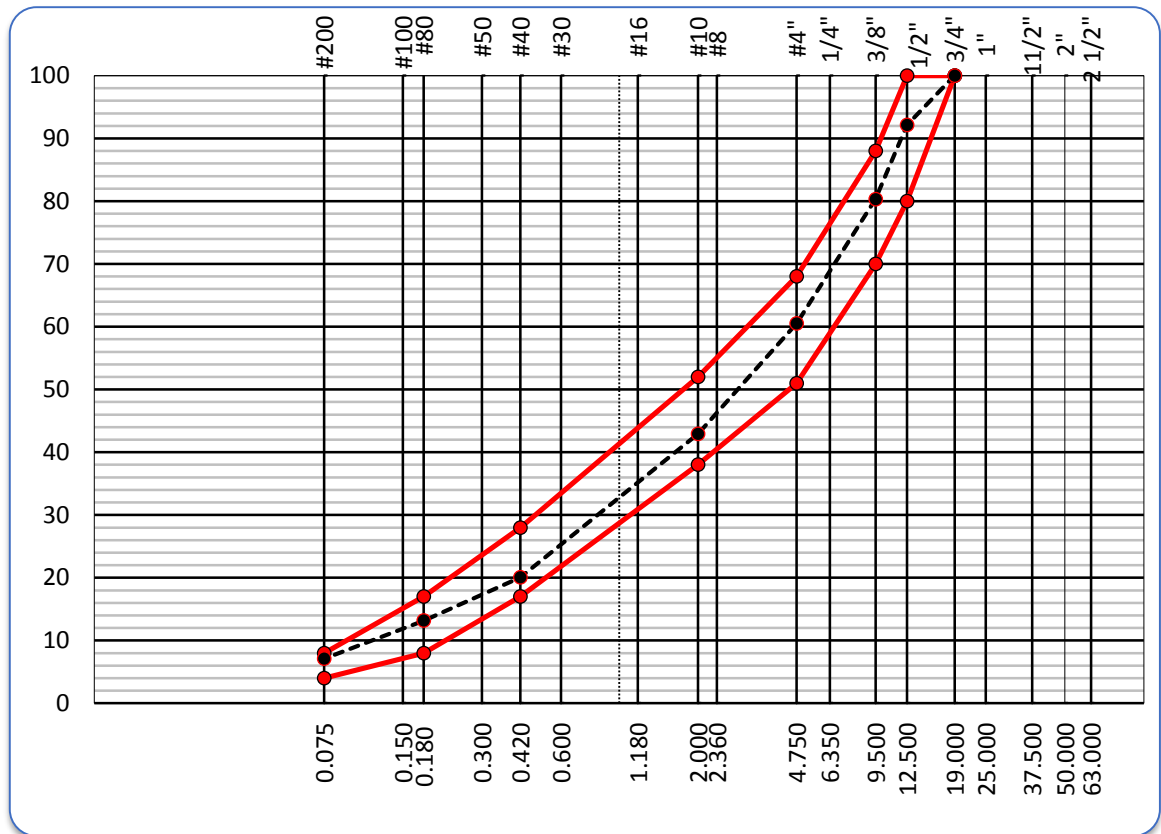


Figura 23. Curva Granulométrica del diseño MAC N°2 correspondiente al diseño patrón.

De la figura mostrada podemos apreciar que esta dosificación cumple con los parámetros establecidos en la norma EG-2013 del MAC-2. Los rangos permitidos por la norma corresponde a las líneas rojas y la curva interlineada de color negro corresponde a la gradación del diseño patrón.

Después del diseño patrón se procedió a realizar los 3 diseños variando porcentajes de escoria, en la cual para el primer diseño se realizó con la dosificación siguiente: Arena natural 50%, escoria metalúrgica 10% y grava triturada 40% sumando un 100%.

En el segundo diseño se tuvo la siguiente gradación; 47% de arena natural, 15% de escoria metalúrgica y 38% de grava triturada sumando un 100%.

En el tercer diseño se tuvo la gradación siguiente; 10% de arena triturada, 40% de arena natural, 12% de escoria y 38% de grava triturada sumando el 100%.

En las figuras siguientes se muestran las curvas granulométricas de cada gradación mencionada.

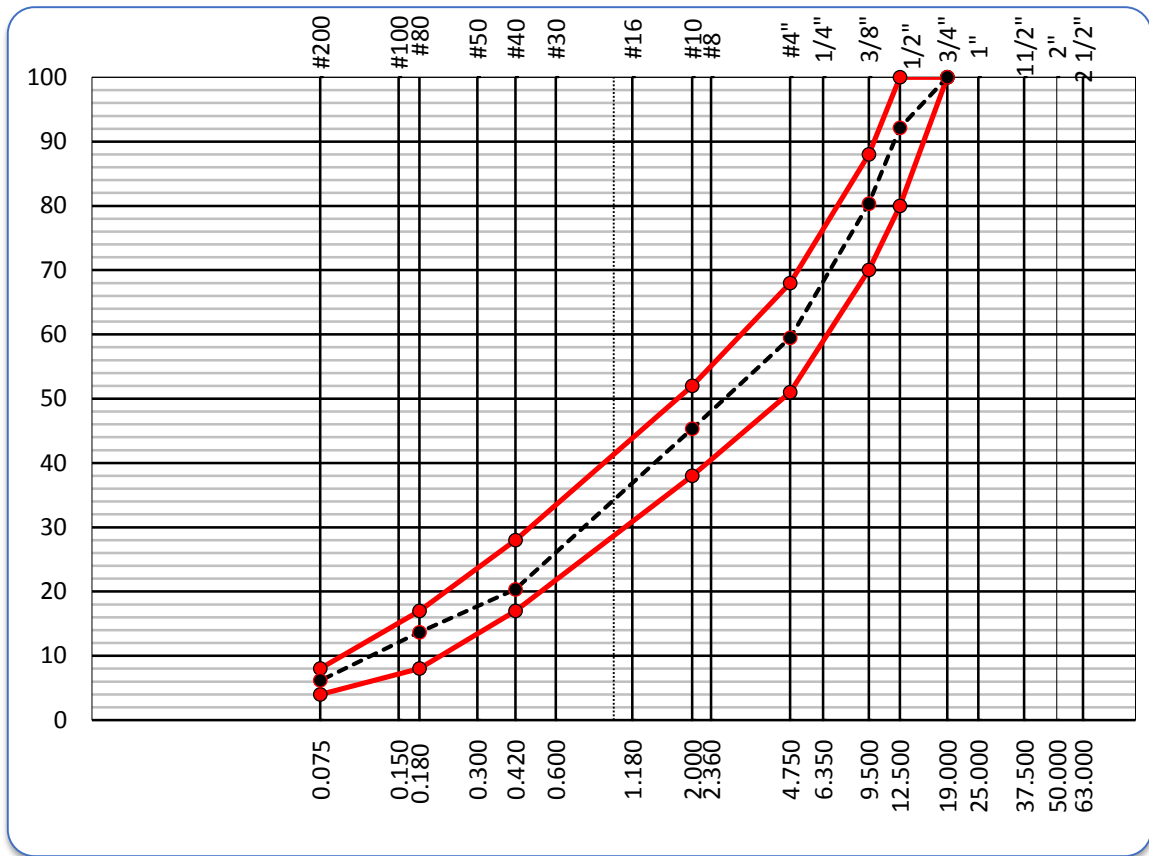


Figura 24. Curva granulométrica de la gradación N°1 adicionando 10% de escoria.

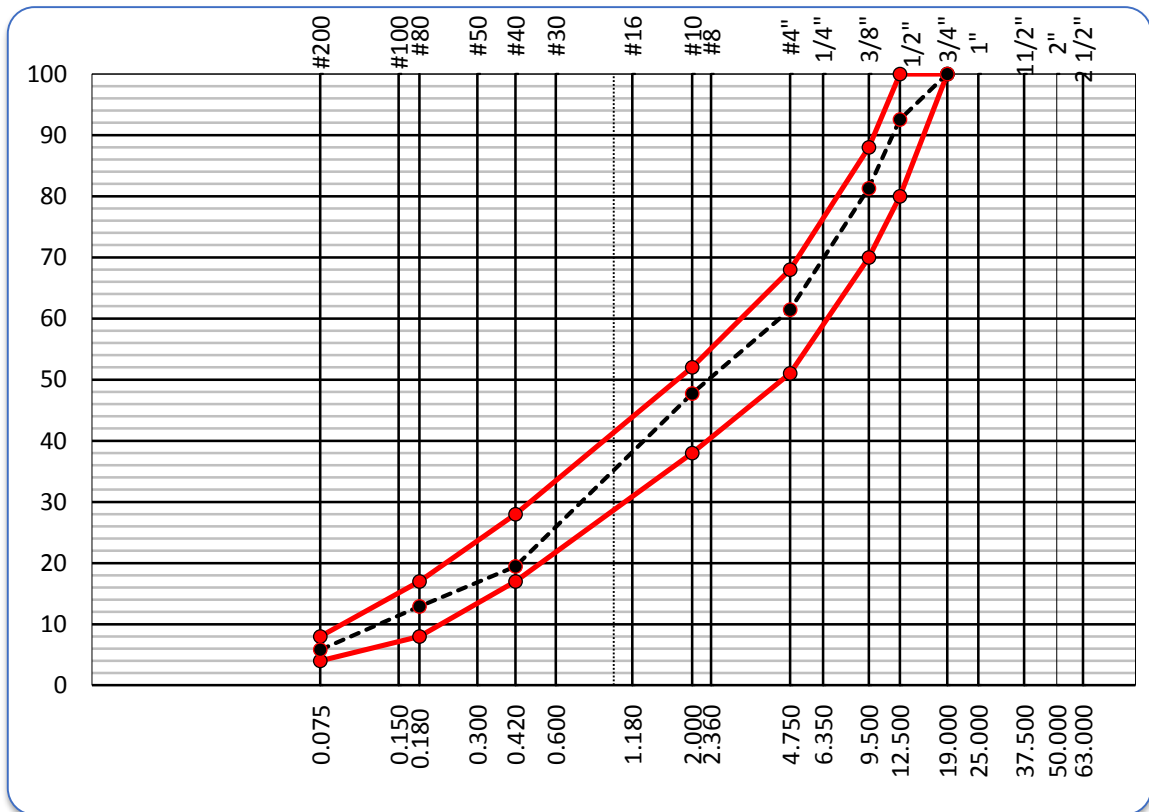


Figura 25. Curva granulométrica de la gradación N°2 adicionando 15% de escoria.

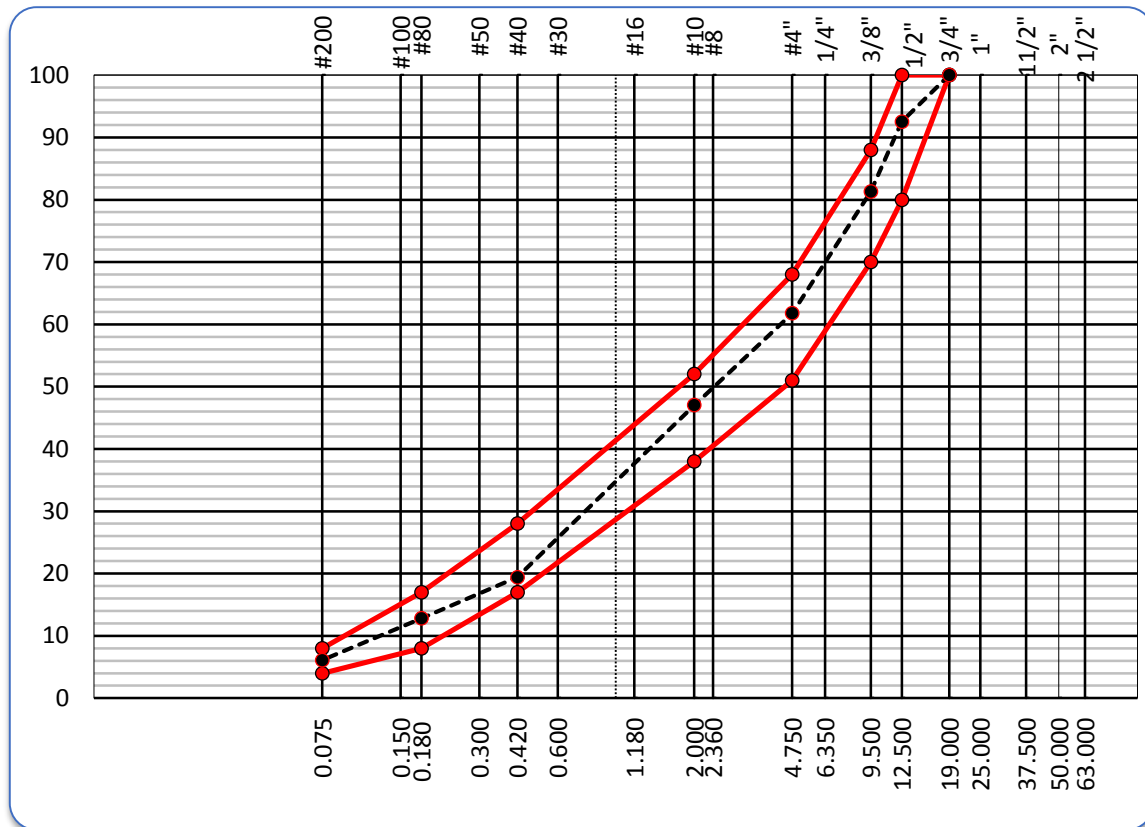


Figura 26. Curva granulométrica de la gradación N°3 adicionando 12% de escoria.

Las curvas granulométricas mostradas en las figuras (24-25-26) corresponden a las mezclas asfálticas variando porcentajes de escoria metalúrgica, como hemos podido apreciar las tres gradaciones cumplen con los rangos establecidos del diseño MAC-2.

Más adelante se muestran los resultados obtenidos de cada mezcla asfáltica, dando a conocer el comportamiento de cada gradación y permitiendo determinar que gradación cumple con los parámetros de la EG-2013 sección 423.

Método de diseño Marshall (Norma: MTC E 504 / ASTM D - 6927).

Para (Maila Paucar, 2013, p. 18) La metodología Marshall es aplicada exclusivamente a mezclas asfálticas en caliente donde se utiliza cemento asfáltico clasificado mediante la penetración y/o viscosidad. El método Marshall aporta datos concernientes a las propiedades de las mezclas asfálticas que a su vez establece las densidades y contenidos óptimos de vacíos.

Según la Guía de pruebas de laboratorio y muestreo en campo para la verificación de calidad en materiales de un pavimento asfáltico (2011) “El cemento asfáltico y los agregados son los componentes de una mezcla asfáltica, es por ello que cada uno de estos componentes deberán ser evaluados individualmente, para así posteriormente ser trabajados en las gradaciones a realizar” (p. 43)

En un estudio de mezclas asfálticas realizado en los laboratorios, lo primero que se determina es el óptimo contenido de asfalto, es por ello que, el principal aporte de la metodología Marshall es hallar este óptimo para la correcta combinación de agregados con asfáltico.

Método Lottman (Norma: MTC E 522 / AASHTO T283).

La metodología de tención diametral consiste básicamente en determinar la resistencia al daño inducido por humedad. Se someten a ensayo 4 briquetas con la misma dosificación, el primer paso a desarrollar es que las briquetas estén saturadas por un tiempo de 30 minutos, para posteriormente ser trasladadas al baño maría a una temperatura de 60°C. Las primeras dos briquetas son ensayadas a los 30 minutos y las otras son ensayadas a las 24 horas, de esta manera se calcula la resistencia conservada. El ensayo se ejecutó al diseño patrón y al diseño con la adición del 15% de escoria metalúrgica.



Figura 27. Saturación de briquetas para el ensayo lottman por 30 minutos.



Figura 28. Prueba de tracción indirecta a la briqueta.



Figura 29. Visualización de las briquetas después de ser sometidas al ensayo lottman.

3.2 Aplicación de los métodos de análisis

Ya entrando a esta etapa del desarrollo y teniendo ya la información requerida de los materiales que van a conformar las mezclas asfálticas, pasamos al análisis de los objetivos planteados para la presente investigación. Para este fin se desarrollaron una serie de ensayos que nos permitieron determinar los parámetros de estabilidad, resistencia a la

tracción indirecta o resistencia conservada y la fluencia en las mezclas asfálticas en caliente.

3.2.1 Determinando de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en la estabilidad de mezclas asfálticas en caliente.

Para determinar de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en la estabilidad de mezclas asfálticas en caliente, se procedió a realizar el ensayo Marshall a los diseños de mezclas requeridos para la presente investigación, que son: diseño convencional o diseño patrón y diseños variando porcentajes de escoria. A continuación presentaremos los materiales a utilizar y la dosificación determinada para cada uno de estos diseños a estudiar.

Tabla 13

Dosificaciones de los diseños para el ensayo Marshall.

Proporciones de los agregados en las mezclas asfálticas				
Materiales	Porcentajes del diseño patrón	Diseños con escoria		
		Porcentajes (%)		
		A	B	C
Cantera Excalibur (Arena triturada)	35			10
Cantera Gloria (Arena natural)	25	50	47	40
Cantera Carapongo (Grava triturada)	40	40	38	38
Escoria Metalúrgica		10	15	12
Cemento Asfáltico	5.53	5.53	5.53	5.53

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la tabla N° 14 las gradaciones de mezclas asfálticas en porcentajes, para el estudio de cada uno de estos mediante el ensayo Marshall, el ensayo se aplicó primeramente para determinar el contenido óptimo de cemento asfáltico, con la gradación del diseño patrón y ya posteriormente se realizó el ensayo a los diseños (A-B-C).

A continuación se muestra un resumen de los resultados para la determinación del óptimo contenido de asfalto y los resultados obtenidos de cada diseño se muestran en el anexo 6.

Tabla 14

Cuadro resumen del diseño patrón de mezclas asfálticas en caliente con 4 porcentajes de cemento asfáltico para la determinación del óptimo contenido de asfalto.

N°	N° de Briquetas	UND	1A	2A	3A	1B	2B	3B	1C	2C	3C	1D	2D	3D
1	Cemento asfáltico en peso de la mezcla	%	4.4			4.9			5.4			5.9		
2	Peso de la briqueta al aire	gr	1187	1189	1187	1186	1185	1186	1189	1186	1188	1189	1188	1190
3	Peso de la briqueta al agua por 60'	gr	1189	1190	1189	1187	1186	1187	1190	1187	1188	1190	1189	1190
4	Peso de la briqueta desplazada	gr	666	666	667	669	670	670	678	679	678	680	679	678
5	Volumen de la briqueta por desplazamiento	cm3	523	524	522	518	516	517	512	508	510	510	510	512
6	Peso específico Bulk de la briqueta	gr/cm3	2.270	2.269	2.274	2.290	2.297	2.294	2.322	2.335	2.329	2.331	2.329	2.324
7	Peso específico máximo - Rice (ASTM D – 2041)	gr/cm3		2.496			2.478			2.453			2.439	
8	% de Vacíos	%	9.1	9.1	8.9	7.6	7.3	7.4	5.3	4.8	5.0	4.4	4.5	4.7
9	Peso específico Bulk del agregado total	gr/cm3		2.646			2.647			2.466			2.646	
10	Peso Específico Efectivo Agregado total	gr/cm3		2.673			2.674			2.665			2.671	
11	Asfalto Absorbido por el Agregado			0.39			0.40			0.28			0.35	
12	% de Asfalto Efectivo			4.02			4.50			5.12			5.55	
13	Relación Polvo / cemento			0.6			0.6			0.7			0.8	
14	Vacíos del agregado mineral (V.M.A)		18	18	17.8	17.7	17.5	17.5	17.0	16.5	16.7	17.1	17.2	17.3
15	% Vacíos llenados con cemento asfáltico	%	49.6	49.6	50.2	57	58	57.6	68.7	70.9	69.9	74.2	73.9	72.9
16	Flujo 0,01"(0,25 mm)	mm	12.0	13.0	12.0	13	13	13	14.0	13.0	14.0	16.0	15.0	16.0
17	Estabilidad sin corregir	kg	1465	1470	1590	1445	1322	1341	1430	1264	1485	1323	1117	1662
18	Factor de estabilidad		0.96	1.00	1.00	1.0	1.0	1.0	0.96	1.00	1.00	1.0	1.0	1.0
19	Estabilidad corregida	kg	1406	1470	1590	1445	1322	1341	1373	1264	1485	1323	1117	1662
18	Relación estabilidad / Flujo	kg/cm	4688	4522	5299	4446	4067	4125	3922	3889	4242	3307	2979	4156

Fuente: Informe del laboratorio HIS.

Se observa en la tabla N° 15 los resultados de las mezclas incorporando 4 porcentajes de cemento asfáltico PEN 60/70 (4.4% C.A, 4.9% C.A, 5.4% C.A, 5.9% C.A) para la determinación del contenido óptimo de asfalto se realizó mediante el análisis de los parámetros establecidos por la norma, que son: % de vacíos, peso unitario, estabilidad y flujo. El contenido óptimo se realiza en base a gráficos de dichos parámetros mencionados, en donde obtuvimos un óptimo contenido de 5.53% de cemento asfáltico.

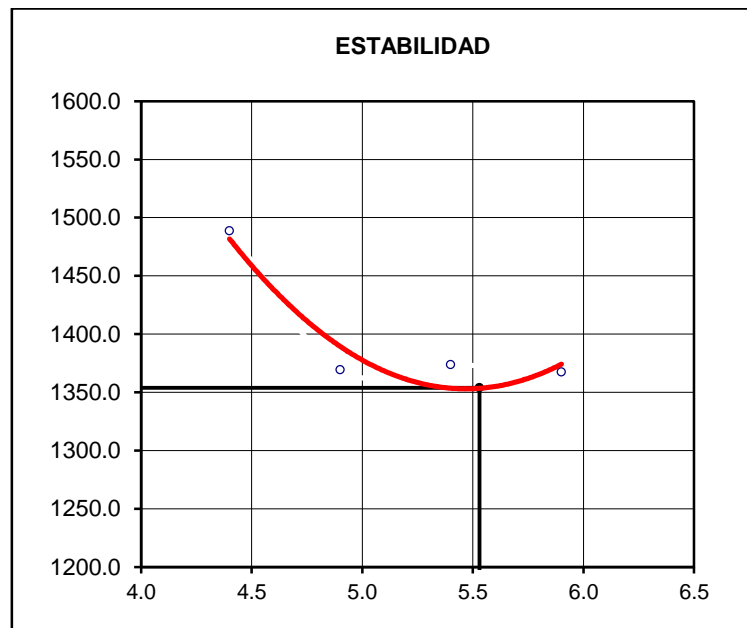


Figura 30. Estabilidad vs % de cemento asfáltico (5.53).

Según se observa en la figura 30, la estabilidad empieza con un valor alto al incorporar 4.4% de asfalto y va decreciendo al incorporar mayor porcentaje de asfalto, también podemos apreciar que adicionando el 5.53% de asfalto obtenemos una estabilidad de 13, 53 KN cumpliendo con el parámetro establecido por la especificación EG – 2013. Por lo tanto el valor de estabilidad para el diseño patrón corresponde al resultado intersectado con el 5.53% de asfalto.

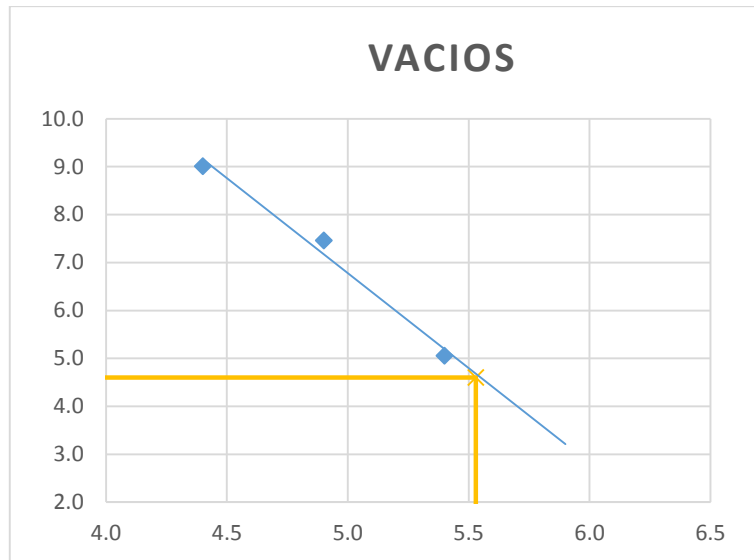


Figura 31. Vacíos vs % de cemento asfáltico.

De la figura 31 observamos un 9% de vacíos en la mezcla con el 4.4% de asfalto no cumpliendo con el parámetro establecido en la norma EG-2013, donde menciona que no debe exceder ni debe ser menor de 3-5 % de vacíos, pero notamos que, al adicionar mayor porcentaje de asfalto disminuye el porcentaje de vacíos según se muestra en la figura, también se aprecia que al incorporar 5.53% de asfalto obtenemos un porcentaje de vacíos de 4.6 % en la mezcla, cumpliendo con lo establecido por la norma y tomándose como valor del diseño patrón referente al porcentaje de vacíos.

Los vacíos cumplen un papel muy importante en las mezclas asfálticas ya que de estos dependerá el comportamiento que se genere en la carpeta durante el periodo de uso, además, mediante los vacíos se puede obtener el porcentaje óptimo de asfalto debido a que se delimita la variación de vacíos al incorporar distintos porcentajes de asfalto según lo mostrado en la figura.

Tabla 15

Resumen de los diseños adicionando porcentajes de escoria metalúrgica.

N°	N° de Briquetas	UND	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
0	Porcentaje de escoria	%		10			15			12	
1	Cemento asfáltico en peso de la mezcla	%		5.53			5.53			5.53	
2	Peso de la briqueta al aire	gr	1193	1193	1194	1187	1192	1189	1189	1191	1188
3	Peso de la briqueta al agua por 60´	gr	1194	1193	1194	1188	1193	1190	1190	1192	1189
4	Peso de la briqueta desplazada	gr	701	695	700	695	702	700	694	690	692
5	Volumen de la briqueta por desplazamiento	cm3	493	498	494	493	491	490	496	502	497
6	Peso específico Bulk de la briqueta	gr/cm3	2.420	2.396	2.417	2.408	2.428	2.427	2.397	2.373	2.390
7	Peso específico máximo - Rice (ASTM D – 2041)	gr/cm3		2.527			2.545			2.519	
8	% de Vacíos	%	4.2	5.2	4.3	5.4	4.6	4.7	4.8	5.8	5.1
9	Peso específico Bulk del agregado total	gr/cm3		2.647			2.646			2.646	
10	Peso Específico Efectivo Agregado total	gr/cm3		2.765			2.788			2.756	
11	Asfalto Absorbido por el Agregado			1.65			1.98			1.53	
12	% de Asfalto Efectivo			3.97			3.66			4.08	
13	Relación Polvo / cemento			0.6			0.6			0.6	
14	Vacíos del agregado mineral (V.M.A)		13.6	14.5	13.7	14	13.3	13.4	14.4	15.3	14.7
15	% Vacíos llenados con cemento asfáltico	%	69	64.2	68.4	61.6	65.4	65.2	66.5	62	65.2
16	Flujo 0,01"(0,25 mm)	mm	18	17	18	14	14	14	14	14	15
17	Estabilidad sin corregir	kg	1441	1448	1429	1070	1070	1310	1321	1436	1539
18	Factor de estabilidad		1.09	1.04	1.09	1.09	1.09	1.09	1.04	1.04	1.04
19	Estabilidad corregida	kg	1571	1506	1557	1166	1166	1428	1374	1493	1600
18	Relación estabilidad / Flujo	kg/cm	3490	3542	3461	3333	3332	4081	3925	4267	4268

Fuente: Informe del laboratorio HIS.

Se observa en la tabla N° 16 los resultados obtenidos de las mezclas asfálticas variando 3 porcentajes de escoria metalúrgica, en la cual el resultado de estabilidad de los diseños (A-B y C) cumplen con el parámetro establecido por la norma EG-2013 (8, 15 KN mínimo). De este análisis el diseño A y C no cumplen con todos los parámetros exigidos, en cambio el diseño “B” con el 15% de escoria cumple con todos los requerimientos exigidos por la especificación EG-2013. A continuación se muestra gráficamente los resultados de la estabilidad que representa cada una de las mezclas variando porcentajes de escoria.

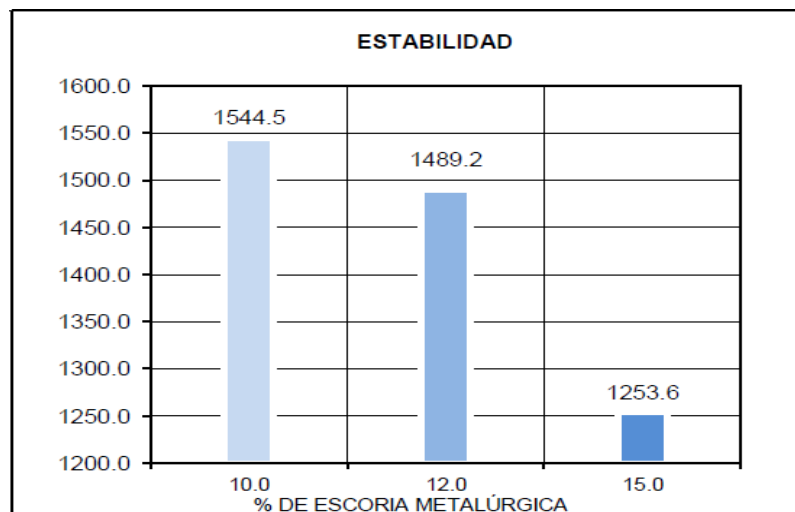


Figura 32. Estabilidad vs % de escoria metalúrgica.

En la figura 3.2 se observa la variación de los resultados de estabilidad: Con el 10% de escoria se tiene una estabilidad de 15,445 KN, con 12% de escoria 14,892 KN y con el 15% de escoria 12,536 KN, la cual nos da a entender que al adicionar mayor porcentaje de escoria la estabilidad disminuye según la gradación de las mezclas que se ha desarrollado.

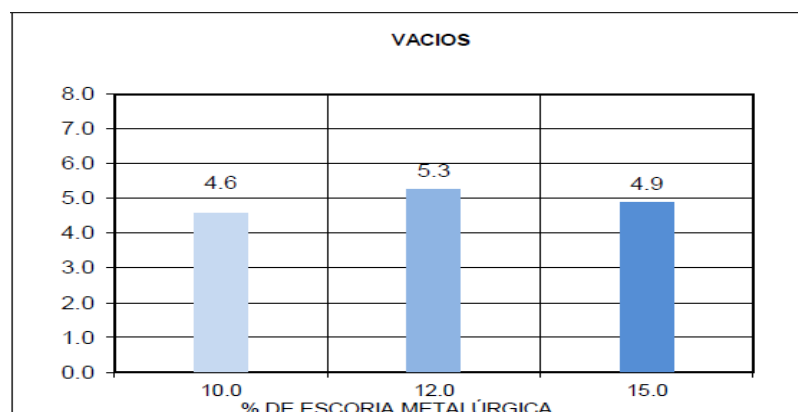


Figura 33. Vacíos vs % de escoria metalúrgica.

En la figura 33 se observa que el porcentaje de vicios varía desde 4.6% hasta 5.3%, la cual nos da a conocer que al adicionar el 12% de escoria el porcentaje de vicios colapsa siendo mayor al porcentaje requerido por la norma (3-5%), también podemos observar que al adicionar 10% de escoria nos da un porcentaje de vicios de 4.6% y al adicionar 15% de escoria obtenemos un porcentaje de vicios de 4.9% cumpliendo con lo establecido por la especificación de la EG-2013.

Ya teniendo los resultados de estabilidad tanto del diseño patrón y los diseños A, B y C con escoria, pasamos realizar un comparativo de resultados, cabe destacar también que los diseños fueron elaborados con el óptimo contenido de asfalto de 5.53% (PEN 60/70).

Tabla 16

Comparación de resultados de estabilidad del diseño patrón y variando % de escoria.

Parámetros de diseño	UND	Diseño Patrón	Diseño con 10% escoria	Diseño con 15% escoria	Diseño con 12% escoria	Especificación EG-2013
Estabilidad	KN	13,53.8	15,445	12,536	14,892	8,15
Estabilidad/flujo	kg/cm	3859.6	3497	3581	4153.2	1700-4000

Fuente: Informe del laboratorio HIS.

Se observa en la tabla N° 17 que los resultados de estabilidad en los diseños realizados varían significativamente desde 14,892 KN con el 12% de escoria hasta 15,445 KN con el 10% de escoria, por tanto se podría decir que las mezclas asfálticas estudiadas con escoria presentan diferentes comportamientos a comparación con el diseño patrón.

Analizando los diseños estudiados según la especificación podemos decir que el diseño con el 15% de escoria cumple con todos los parámetros establecidos por la norma EG-2013 a comparación con los otros 2 diseños que no cumplen con algunos requerimientos exigidos aparte de la estabilidad.

Del análisis presentado se define la influencia de la escoria en la estabilidad, la cual da a conocer que este material aporta una resistencia muy favorable a las mezclas asfálticas siempre y cuando tengamos una gradación con un solo tipo de arena, ya que al tener un mayor porcentaje de finos, la mezcla tiende a contraer demasiada adherencia entre agregados y asfalto, favoreciendo así al colapso de la estabilidad y fluencia.

3.2.2 Determinando de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en la resistencia a la tracción indirecta de mezclas asfálticas en caliente.

Para determinar de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en la resistencia a la tracción indirecta de mezclas asfálticas en caliente, se procedió a realizar el ensayo lottman a la mezcla patrón y a la mezcla con el 15 % de escoria, teniendo así la comparación del comportamiento que se dé entre las dos mezclas a evaluar y teniendo en cuenta también el parámetro establecido por la especificación EG-2013.

Tabla 17

Ensayo lottman al diseño patrón.

N° DE PROBETAS	Grupo Seco		Grupo Húmedo	
	1A	2A	3B	4B
1 Diámetro	10.15	10.17	10.15	10.15
2 Espesor	6.69	6.71	6.70	6.73
3 Contenido de cemento asfáltico	5.53	5.53	5.53	5.53
4 Peso probeta al aire	1184.0	1183.6	1187.6	1186.1
5 Peso de la probeta saturada (01 hora)	1185.6	1184.7	1188.5	1187.6
6 Peso de la probeta en el agua	668.2	667.3	669.8	665.8
7 Volumen de la probeta	517.4	517.4	518.7	521.8
8 Peso específico Bulk de la probeta	2.288	2.288	2.290	2.273
9 % de vacíos = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3202)	6.7	6.7	6.6	7.3
10 Estabilidad sin corregir	236	263	214	213
11 Factor estabilidad	1.00	1.00	1.00	1.00
12 Estabilidad corregida (kg)	236	263	214	213
13 Resistencia a la compresión	2.2	2.5		
14 Resistencia retenida	91	81		
15 Promedio estabilidad (30 minutos) (kg)	250			
16 Promedio estabilidad (24 Horas) (kg)			213	
17 Resistencia conservada (%)		85		

Fuente: Informe del laboratorio HIS.

Se observa en la tabla N° 18 los resultados de la resistencia a la tracción indirecta o más conocida como resistencia conservada del diseño patrón, dando un valor 85% de resistencia, la cual cumple con lo especificado en la EG-2013 sección 423 donde menciona que como mínimo se debe tener una resistencia de 80%. El procedimiento del ensayo se desarrolló mediante lo sugerido por norma AASHTO T283, para así obtener un valor confiable y valido en estos diseños.

Después de haber determinado y evaluado los resultados del diseño patrón pasamos a analizar los resultados que se han obtenido del diseño con escoria para luego hacer una comparación y poder determinar en qué aspectos influye la adición de escoria metalúrgica

en la resistencia a la tracción indirecta. A continuación se muestra los resultados de la mezcla con la adición del 15 % de escoria.

Tabla 18

Ensayo lottman al diseño con el 15 % de escoria.

		Grupo Seco		Grupo Húmedo	
N° DE PROBETAS		1A	2A	3B	4B
1	Diámetro	10.16	10.17	10.15	10.17
2	Espesor	6.65	6.68	6.67	6.69
3	Contenido de cemento asfáltico	5.53	5.53	5.53	5.53
4	Peso probeta al aire	1190.7	1187.6	1187.6	1189.9
5	Peso de la probeta saturada (01 hora)	1192.0	1188.7	1188.5	1190.2
6	Peso de la probeta en el agua	689.9	687.3	687.4	688.5
7	Volumen de la probeta	502.0	501.4	501.0	501.6
8	Peso específico Bulk de la probeta	2.372	2.369	2.370	2.372
9	% de vacíos = $(17-16) \times 100 / 17$ (ASTM D 3202)	6.8	6.9	6.9	6.8
10	Estabilidad sin corregir	394	363	326	337
11	Factor estabilidad	1.04	1.04	1.04	1.04
12	Estabilidad corregida (kg)	410	378	339	350
13	Resistencia a la compresión	3.9	3.5		
14	Resistencia retenida	83	93		
15	Promedio estabilidad (30 minutos) (kg)	394			
16	Promedio estabilidad (24 Horas) (kg)			345	
17	Resistencia conservada (%)		87		

Fuente: Informe del laboratorio HIS.

Se observa en la tabla N° 19 La resistencia conservada obtenida en el diseño añadiendo 15% de escoria, esta resistencia es de 87% la cual cumple con lo especificado en la EG-2013.

Tabla 19

Cuadro comparativo de resultados.

Ensayo	Diseño patrón	Diseño con escoria	EG-2013 Sección 423
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	85	87	80 Mín.

Fuente: Informe del laboratorio HIS.

Se observa en la tabla numero 20 la variación del resultado obtenido en el diseño patrón y en el diseño con el 15% de escoria, la cual se define qué, el diseño con escoria obtuvo resultados muy favorable a comparación del diseño patrón ya que presentó una variación de 2% correspondiente a los resultados obtenidos de las dos mezclas.

De los resultados analizados entre los dos diseños podemos delimitar que, la adición de escoria influye en la afinidad de asfalto con agregados, permitiendo así una mayor resistencia entre un lado favorable y otro desfavorable.

3.2.3 Determinando de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en la fluencia de mezclas asfálticas en caliente.

Para determinar de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en la fluencia de mezclas asfálticas en caliente, se realizó el ensayo Marshall a los diseños estudiados para la investigación, en este ensayo se determina los parámetros de estabilidad y a la vez la fluencia ya que la fluencia es la deformación vertical del espécimen. A continuación se muestra el flujo del diseño patrón.

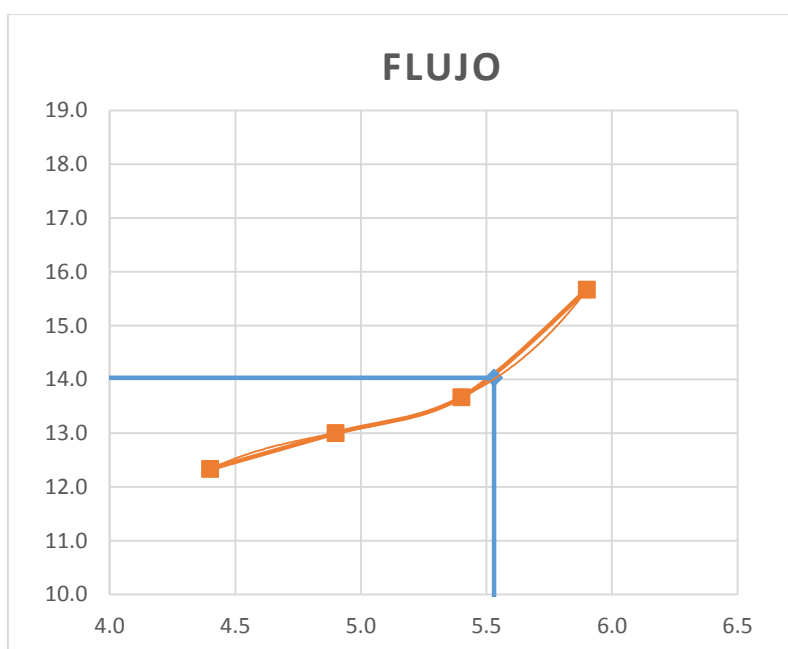


Figura 34. Fluencia vs % de cemento asfáltico (5.53)

Según se observa en la figura 34 se obtuvo un flujo de 12.33 mm con un 4.4% de asfalto y un flujo de 13 mm con un 4.9% de asfalto, apreciamos que al adicionar mayor porcentaje de 5.53% de asfalto, el flujo se eleva, generándole a la mezcla mayor inestabilidad. El resultado de la fluencia para el diseño patrón corresponde a la intersección de la curva en el 5.53 % de asfalto con un valor de 14 mm de fluencia, la cual está dentro del parámetro establecido por la norma (8-14mm).

A continuación podemos apreciar la relación del flujo entre las tres mezclas adicionando porcentajes de escoria, también podemos observar la variación de los resultados que se han presentado entre los diseños estudiados.

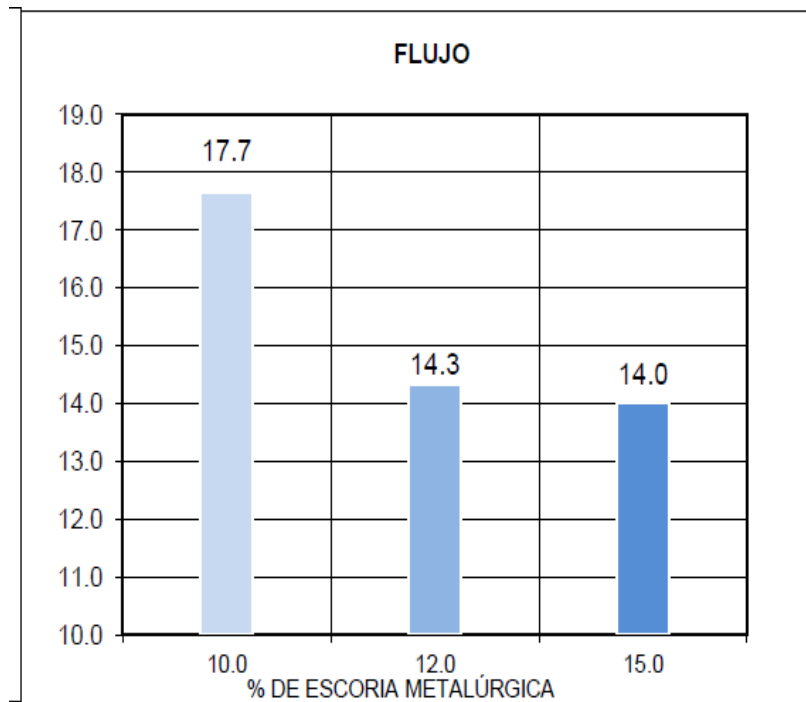


Figura 35. Fluencia de los tres diseños con escoria.

En la figura 35 se observa que el valor de flujo del diseño con el 10% de escoria en la mezcla, obtuvo una fluencia de 17.7mm la cual no cumple con lo especificado por la norma, el diseño con el 12% de escoria tampoco fue favorable ya que arrojó una fluencia de 14.3mm no cumpliendo con el parámetro, hay que tener en cuenta que para esta mezcla se utilizó los dos tipos de arena al igual que en el diseño patrón (arena triturada y arena natural), por otra parte el diseño con el 15% de escoria fue favorable ya que cumple con las especificaciones de la EG – 2013 sección 423 (8-14mm).

Del análisis de la figura presentada se observa que al adicionar el 10% de escoria, la mezcla adhiere un comportamiento muy inestable, al adicionar 12%, la mezcla adhiere un comportamiento poco inestable y al adicionar 15% de escoria, la mezcla obtiene un comportamiento estable.

3.2.4 Determinando de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en el diseño de mezclas asfálticas en caliente.

Para determinar de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en el diseño de mezclas asfálticas en caliente, tomaremos en cuenta los parámetros establecidos de la especificación EG-2013 Sección 423-06 la cual presenta rangos de diseño para tres tipos de mezclas, la mezcla que se ha considerado en la investigación corresponde a la del tipo A con 75 golpes de compactación por lado.

De esta manera se ha analizado cada uno de los parámetros y propiedades de los diseños de mezclas asfálticas para la investigación presentada, permitiendo dar a conocer la influencia de la variable experimental como alternativa de mejora a las mezclas y pudiendo generar un aporte al uso del material que no es reutilizable en la minería.

A continuación presentamos los requerimientos exigidos por la norma para mezclas asfálticas en caliente.

Tabla 20

Requerimientos para mezcla de concreto bituminoso según la EG-2013 Sección 423-06.

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

Fuente: Manual de carreteras (2013).

De lo resultados obtenidos que se realizaron en el laboratorio y evaluando cada uno de estos según la especificación, presentamos un resumen comparativo de cada parámetro determinado en la investigación presentada.

Tabla 21

Comparación de los resultados del diseño patrón con las mezclas variando porcentajes de escoria.

Parámetros de diseño	UND	Diseño Patrón	Diseño con 10% escoria	Diseño con 15% escoria	Diseño con 12% escoria	Especificación EG-2013
Golpes	N°	75	75	75	75	75
Cemento asfáltico	%	5.53	5.53	5.53	5.53	
Peso unitario	kg/m ³	2.335	2.411	2.421	2.387	
Vacíos	%	4.6	4.6	4.9	5.3	3-5
Vacíos del agregado mineral(v.m.a)	%	16.6	14.0	13.6	14.8	
v. ll.c.a.	%	69.6	67.2	64.1	64.5	
Polvo / asfalto	%	0.7	0.6	0.6	0.7	0.6-1.3
Flujo	mm	14.0	17.7	14	14.3	8-14
Estabilidad	KN	1353.8	1544.5	1253.6	1489.2	815
Estabilidad/flujo	kg/cm	3859.6	3497	3581	4153.2	1700-4000
Resistencia a la compresión	Mpa	2.3		3.7		2.1
Resistencia Retenida	%	90		88		75
Resistencia Conservada	%	85		87		80 Mín.

Fuente: Informe del laboratorio HIS.

Se observa en la tabla N° 22 todos los resultados del diseño patrón sombreado de color verde y también observamos los resultados del diseño con el 15% de escoria sombreado de color celeste el cual cumple con todos los parámetros exigidos por la norma. También apreciamos los resultados de los otros diseños los cuales no cumplen en algunos parámetros, es por ello que se descartan dichos diseños.

Los materiales que conformaron las mezclas asfálticas corresponden a la arena triturada traída de la cantera Excalibur, la arena zarandeada adquirida en la cantera Gloria, la Grava triturada obtenida en la cantera carapongo y la escoria metalúrgica recogida del complejo metalúrgico Doe Run Perú - la oroya, de igual manera el cemento asfáltico fue adquirido en el TDM asfaltos.

Los agregados que se utilizaron en el diseño patrón son; arena zarandeada, arena triturada y Grava triturada, en este diseño no se consideró filler ya que en un primer diseño realizado consideramos cemento portland como filler y nos arrojó resultados desfavorables no cumpliendo con lo establecido por la norma. Por lo tanto en un segundo diseño optamos por no considerar filler en la mezcla ya que el agregado fino contiene porcentajes elevados de partículas finas.

La gradación que se utilizó en el diseño patrón fue: 35% de arena triturada, 25% de arena zarandeada y 40% de grava triturada la cual conforman el 100%, por su parte el porcentaje óptimo de cemento asfáltico obtenido es de 5.53% siendo utilizado para este diseño y los más diseños realizados.

Las propiedades estudiadas en esta investigación conciernen a la estabilidad, fluencia y resistencia a la tracción indirecta o más conocida como resistencia conservada, en el diseño patrón se obtuvieron resultados eficientes que cumplen las especificaciones establecidas por la norma, de este diseño se pasó a realizar los demás diseños experimentales adicionando un nuevo agregado en la mezcla.

En los diseños experimentales se varió tres porcentajes de escoria de las cuales hemos tenido tres dosificaciones correspondientes a cada uno, en el siguiente cuadro se muestra con claridad cada dosificación.

Tabla 22

Dosificación de mezclas con escoria.

Agregados	A	B	C
Grava triturada ½	40%	38%	38%
Arena triturada	0%	0%	10%
Arena zarandeada	50%	47%	25%
Escoria metalúrgica	10%	15%	12%
Cemento asfáltico	5.53%	5.53%	5.53%

Fuente: Elaboración propia.

De las tres mezclas variando escoria, dos diseños fueron desfavorables al no cumplir con todos los parámetros de la norma, el diseño “A” dio un flujo de 17.7 mm no estando en el rango del requerimiento (8 – 14 mm), en cambio el diseño “C” no cumplió con tres parámetros que son: el % de vacíos que arrojo un 5.5 % (Norma: 3-5%), Flujo 14.3mm. (Norma: 8 – 14), relación Estabilidad / Flujo 4153.2 kg/cm (Norma: 1700 – 4000). Por su parte el diseño “B” fue muy favorable con los resultados obtenidos ya que cumplió exitosamente con las especificaciones de la norma.

Comparando los resultados obtenidos tanto del diseño patrón con el diseño adicionando 15% de escoria podemos decir que: el porcentaje de vacíos en el diseño patrón nos da un 4.6% y en el diseño “B” Tenemos el 4.9% con una diferencia de 0.3%; la relación polvo/asfalto en el diseño patrón es de 0.7% y en el diseño “B” es de 0.6% con

una diferencia de 0.1%; la fluencia en el diseño patrón es de 14mm y en el diseño “B” es igual de 14mm; la estabilidad en el diseño patrón es de 13,588 KN y en el diseño “B” es de 12,546 KN; la resistencia conservada en el diseño patrón es de 85% y en el diseño “B” es de 87%. De estos resultados podemos definir que los dos diseños cumplen los parámetros y la variación de los resultados entre los dos diseños es mínima.

El ensayo de tracción indirecta se realizó solamente al diseño “B” el cual cumplió con las especificaciones, el resultado de este diseño fue bien favorable ya que a comparación del diseño patrón obtuvimos 2% más de resistencia conservada la cual lo califica como una mezcla resistente en un lado favorable y otro desfavorable, debido a que tiene buena afinidad entre asfalto y agregados.

La escoria influye en la afinidad de agregados y asfalto de acuerdo a los resultados obtenidos, ya que permite tener una mejor adherencia entre las partículas de los agregados con el cemento asfáltico, por otra parte también se ha determinado que; la escoria es un material apto para ser utilizado en mezclas asfálticas como parte del agregado fino.

IV. DISCUSIONES

Primera discusión

Del objetivo específico uno, determinar de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en la estabilidad de mezclas asfálticas en caliente, los resultados de estabilidad para cada uno de los diseños estudiados se han obtenido mediante el ensayo Marshall realizado en el laboratorio, donde se estudió 4 diseños en la cual 3 diseños experimentales y uno se tomó como diseño patrón para luego poder realizar la comparación de resultados. En el diseño patrón se obtuvo una estabilidad de 13,538 KN cumpliendo con el parámetro establecido por la norma, los resultados de los 3 diseños variando porcentajes de escoria también cumplieron con el parámetro de estabilidad exigido por la norma pero, en el diseño A y en el diseño C no se cumplió con todos los requerimientos que exige la especificación EG-2013, por lo tanto la comparación de resultados del diseño patrón con el diseño experimental corresponde al diseño “B” presentando una estabilidad de 12,536 KN, al comparar dichos resultados se dio una diferencia en la variación de 1.002 KN menor, la cual califica al diseño “B” como menos resistente en un 7.4% a comparación del diseño patrón. Los resultados obtenidos son confiables porque se ha seguido la metodología de estudio y el equipo que se ha utilizado para el ensayo cuenta con un certificado de calibración, por otra parte es importante que en el futuro se analice la estabilidad teniendo otras gradaciones de mezclas asfálticas para así tener un resultado más eficiente.

Resultados que al ser comparados con los establecidos por López y Álvarez (2017) en su tesis titulado: “Mejoramiento de la carpeta asfáltica a base de escoria siderúrgica para pavimentos flexibles (mezclas asfálticas), quien concluyó indicando que: de las muestras estudiadas con escoria solamente una cumplió con todos los parámetros de la norma la cual corresponde a la muestra B con una estabilidad de 14,1216 KN de una combinación con el 38.87% de escoria como agregado grueso, 48.87% de agregado fino, 5.53% de filler y un 7.8% de cemento asfáltico, presentando así en la mezcla una estabilidad y fluencia adecuada capaz de mantener su forma bajo cargas repetidas. Los resultados de esta investigación y del antecedente en referencia varían mínimamente en un 11.22% ya que en la mezcla “B” del antecedente ha tenido una gradación de escoria desde grueso hasta fino, en la cual utilizó a la escoria como agregado grueso y además utilizó filler en la composición de la mezcla, por otra parte también este autor ha utilizado un mayor porcentaje de cemento asfáltico.

Segunda discusión

Del objetivo específico dos, determinar de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en la resistencia a la tracción indirecta de mezclas asfálticas en caliente, para el estudio de esta propiedad se realizó el ensayo lottman al diseño patrón y al diseño con el 15% de escoria, donde se obtuvo una resistencia de 85% para el diseño patrón y una resistencia de 87% para el diseño con escoria, siendo este resultado muy contundente en un 2% de diferencia con el diseño patrón y un 7% más que lo establecido por la norma. Calificando así a esta mezcla como resistente en un lado favorable a los 30 minutos estando sometido a 60° en el baño María y otro desfavorable a las 24 horas. se afirma que la escoria ha influido en la afinidad de asfalto y agregados, estos resultados obtenidos son confiables porque se ha seguido la metodología de estudio y el equipo que se ha utilizado para el ensayo cuenta con un certificado de calibración, por otra parte es importante que en el futuro se estudie la resistencia a la tracción indirecta teniendo otras gradaciones de mezclas ya que el ensayo solamente se realizó a dos diseños de mezclas.

Resultados que al ser comparados con los establecidos por Iglesias y Ramírez (2013) en su tesis titulado: “Utilización de escoria siderúrgica para el mejoramiento de mezclas asfálticas en frío, quien concluyo indicando que: del diseño sin escoria obtuvo una resistencia conservada de 64% y el diseño con el 11.7% de escoria obtuvo un 91% de resistencia conservada cumpliendo el 50% mínimo establecido por la norma ecuatoriana, Iglesias Y Ramírez afirman que la adición de escoria siderúrgica mejora las características mecánicas de las mezclas asfálticas en frío pudiendo ser aprovechadas en lugares con mayores cargas de tráfico pesado. Los resultados de esta investigación y los del antecedente son diferentes en un 4% de variación porque en la mezcla del antecedente con escoria utilizó un 9.5% de emulsión asfáltica a comparación de mi investigación que eh utilizado el 5.53% teniendo una diferencia de 3.97% más asfalto en el estudio de Iglesias y Ramírez.

Tercera discusión

Del objetivo específico tres, determinar de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en la fluencia de mezclas asfálticas en caliente, para estudiar la influencia de la escoria en el flujo de mezclas asfálticas, se realizó el ensayo Marshall al diseño patrón y diseños con escoria, en la cual obtuvimos un flujo de 14mm en el diseño patrón y 14mm en

el diseño con el 15% de escoria teniendo una igualdad en los resultados pero cumpliendo con el rango máximo establecido por la norma, de esta manera, las dos mezclas se califican estables al ser sometidas a cargas consecutivas, concluyendo que la escoria influye mínimamente en la fluencia o deformaciones verticales de mezclas asfálticas, estos resultados son confiables porque se ha seguido la metodología de estudio y el equipo que se ha utilizado para el ensayo cuenta con un certificado de calibración, por otra parte es importante que en el futuro se estudie la Fluencia teniendo otras gradaciones de mezclas asfálticas y así poder encontrar un diseño de mezcla más favorable para esta propiedad.

Resultados que al ser comparados con los establecidos por Barreto y Garcés (2015) en su tesis titulado: “Evaluación de la resistencia de una mezcla asfáltica tibia, sustituyendo en su fabricación, parte del agregado pétreo, por escoria de alto horno, quien concluyó indicando que: la mezcla con el 20% de escoria obtiene una fluencia de 14.4mm con 5% de asfalto y 14.5mm con 5.5% de asfalto, así como también en la mezcla con el 37.5% de escoria obtiene un flujo de 14.2mm con el 5% de asfalto y 15.2mm con el 5.5% de asfalto. Barreto y Garcés indican que estas dos mezclas cumplen con la norma INVIAS (8-16mm), en la cual concluyen que estas mezclas adhieren un buen comportamiento en cuanto a deformabilidad y son factibles para el uso en pavimentos. Los resultados de esta investigación y los del antecedente son diferentes mínimamente ya que son resultados cercanos, pero en esta investigación tenemos un valor de fluencia menor, la cual lo califica a nuestra mezcla como más estable en cuanto a deformaciones y desplazamientos verticales, porque la mezcla con la adición de escoria en esta investigación ha obtenido una mejor adherencia entre asfalto y agregados.

Cuarta discusión

Del objetivo general, determinar de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en el diseño de mezclas asfálticas en caliente, para determinar la influencia de la escoria en las propiedades estudiadas, se realizaron ensayos mediante las metodologías Marshall y Lottman a los diseños establecidos para esta investigación, en la cual obtuvimos resultados muy favorables adicionando escoria como parte del agregado fino ya que los resultados cumplieron eficientemente con los parámetros establecidos por la norma. Al comparar los resultados obtenidos del diseño experimental con el diseño patrón, hemos determinado el grado de influencia de la escoria en las mezclas, de ello se ha concluido que la escoria influye significativamente en el diseño de mezclas asfálticas, los resultados

obtenidos en esta investigación son bien confiables porque se ha seguido la metodología de estudio y los equipos que se han utilizado para los ensayos cuentan con un certificado de calibración, por otra parte es importante que en el futuro se analice otros diseños de mezclas asfálticas para así poder encontrar un diseño de mezcla más favorable y ser aplicada en obras de pavimentos flexibles.

Resultados que al ser comparados con los establecidos por Aranguren (2015) en su tesis titulado: “Caracterización de una mezcla asfáltica empleando alquitrán, escoria granulada y agregado de caliza, quien concluyo indicando que, los resultados de estabilidad de los 5 diseños estudiados no cumplieron con las normas internacionales ni la norma nacional INVIAS, por tanto el estudio en la investigación es el comienzo de nuevas investigaciones donde se puedan ajustar mejor las granulometrías de acuerdo a las especificaciones y determinar las propiedades no solo físicas y mecánicas sino dinámicas, que permitan conocer con mayor detalle el comportamiento de las mezclas y los compuestos inestables causantes del bajo rendimiento. Los resultados de esta investigación y los del antecedente son diferentes significativamente, ya que el diseño con el 15% de escoria cumplió con todos los parámetros exigidos por la norma a comparación del estudio de Aranguren, calificando a esta investigación como mejor elaborada y desarrollada en cuanto a los diseños estudiados.

En la presente investigación se utilizó la escoria metalúrgica como agregado fino aportando estabilidad, resistencia conservada y fluencia a la mezcla, además de ser una excelente alternativa a tomar en cuenta en un futuro, y dejar de lado los diseños convencionales que son más costosos y explotan los minerales naturales. Tal y como se ha podido discutir con los antecedentes citados, se puede definir qué; las diferencias son mínimas con respecto a la presente investigación, ya que se está cumpliendo a cabalidad con los estándares internacionales y nacionales que manda la norma para este tipo de estudios.

V. CONCLUSIONES

- ❖ En primer lugar se caracterizó los agregados finos y gruesos incluyendo la escoria, donde se realizó gradaciones granulométricas para cada material. La escoria presentó una gradación de material fino, desde el tamiz N°4 hasta el pasante del tamiz N° 200. También se determinó el peso específico y el porcentaje de absorción de los agregados que han conformado las mezclas.
- ❖ El cemento asfáltico PEN 60/70 es el que se ha utilizado en las mezclas para esta investigación, la cual también se le realizó ensayos de control de calidad como; penetración, ductilidad, punto de inflamación, estos ensayos se muestran en el anexo 8.
- ❖ En segundo lugar se pasó a elaborar la gradación del diseño patrón considerando los rangos establecidos por la norma para el diseño MAC-2, en este diseño se utilizó arena triturada, arena zarandeada y grava triturada.
- ❖ Los parámetros o propiedades que fueron evaluados y/o determinados mediante los ensayos conocidos como; ensayo Marshall y lottman de tracción indirecta.
- ❖ El porcentaje óptimo de asfalto se determinó mediante el resultado de las propiedades de los 4 diseños variando porcentajes de cemento asfáltico PEN 60/70, en la cual se obtuvo el 5.53% de asfalto óptimo, por lo tanto los resultados de las propiedades obtenidos con este porcentaje se tomaron para el diseño patrón.
- ❖ Las gradaciones del diseño A, B y C fueron diseñadas luego de haber obtenido los resultados del diseño patrón. En el diseño A se sustituyó a la arena triturada por escoria al igual que en el diseño B, en el diseño C la escoria reemplazo parte de la arena triturada ya que en este diseño se usó los 3 agregados que fueron usados en el diseño patrón.
- ❖ De los resultados del diseño experimental con el 15% de escoria cumple a cabalidad con lo indicado por la norma EG-2013, la cual da a conocer que la estabilidad debe ser 8,15 KN como mínimo, en el diseño experimental se obtuvo una estabilidad de 12,536 KN presentando así la influencia de la escoria en la estabilidad de mezclas asfálticas.

- ❖ Dando referencia a los resultados de resistencia a la tracción indirecta o más conocida como resistencia conservada, en las cual se ha cumplido con el parámetro establecido por la norma EG-2013 donde se indica que, como mínimo se debe obtener el 80% de resistencia para mezclas asfáltica. En el resultado del diseño con escoria se obtuvo un 87% de resistencia conservada, dando a conocer que la escoria influye en la afinidad de agregados con asfalto.
- ❖ La norma EG-2013 establece un flujo de 8-14mm para las mezclas asfálticas en caliente. En la investigación se obtuvo una fluencia de 14mm para el diseño convencional y también 14mm en el diseño con escoria. Por lo tanto la escoria influye mínimamente en la fluencia de las mezclas asfálticas, considerándose como mezcla estable para la utilización en pavimentos flexibles.
- ❖ Teniendo ya los resultados de las propiedades de mezclas asfálticas con escoria y sin escoria de la cual se ha estudió; la estabilidad, la resistencia a la tracción indirecta y/o resistencia conservada y la fluencia. Los resultados de los parámetros del diseño patrón son; estabilidad igual a 13.538 KN, resistencia conservada igual a 85%, flujo igual a 14mm y los resultados de los parámetros del diseño con el 15% de escoria son; estabilidad igual a 12.536 KN, resistencia conservada igual a 87%, flujo igual a 14mm. De estos resultados se concluye que; la escoria influye significativamente en el mejoramiento de las características mecánicas de la mezcla.

VI. RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda que en las mezclas se utilice arena natural de cantera y escoria metalúrgica como agregado fino, no siendo necesario la arena triturada ya que la escoria brinda a la mezcla una buena adherencia entre agregados y asfalto, además que la arena triturada tiene un mayor costo.
- ❖ Se recomienda hacer un estudio donde se elabore más diseños con la adición de escoria metalúrgica, para así poder encontrar un óptimo contenido de este material y tener mejores resultados del comportamiento mecánico de la mezcla.
- ❖ Es recomendable también seguir el procedimiento del diseño de mezclas establecido por las normas nacionales e internacionales, teniendo en cuenta el correcto uso de los equipos en el laboratorio para que los resultados sean muy confiables. En el procedimiento del ensayo Marshall y Lottman hay que tener en cuenta los tiempos de realizarlos ya que antes de empezar el ensayo, las briquetas deberán ser sometidas a saturación en temperaturas y tiempos que establece las normativa.
- ❖ La estabilidad, la resistencia a la tracción indirecta y la fluencia son propiedades importantes a analizar en las mezclas asfálticas ya que permiten determinar cuánto puede resistir la mezcla a las deformaciones generadas por una carga constante, es por ello que se recomienda tener en cuenta el análisis de estos parámetro para otras investigaciones con el uso de escoria.
- ❖ Se recomienda a las empresas dedicadas a la ejecución de proyectos de infraestructura vial que hagan un estudio más a fondo de la escoria metalúrgica para la utilización en la carpeta asfáltica como agregado fino.
- ❖ Se recomienda al gobierno nacional hacer una investigación de los desechos y desperdicios generados en la minería y más aún en el proceso de fundición de metales que no están siendo útiles para otro fin, evaluando así el uso correspondiente de este material en el sector construcción.
- ❖ La empresa DOE RUN PERÚ cuenta con toneladas de escoria metalúrgica depositadas al borde de la carretera central que no está siendo utilizado en ningún proceso constructivo; es por ello que se recomienda a las entidades del estado tener en cuenta la

utilización de este material en las mezclas asfálticas como agregado fino, permitiendo así la reducción de explotaciones minerales naturales y contribuyendo con la disminución de impactos ambientales.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, J., & Obagi, J. (2008). *Fundamentos de inferencia estadística*. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
- American Journal of Chemistry and Materials Science. (2016). *Review on Novel Application of Slag Fluxes and*. USA: Open science.
- American Society Testing Materials. (2004). *Norma ASTM D 3515 Mezclas en caliente de planta*. EE.UU: Traducción Española.
- Aranguren, E. (2015). *Caracterización de una mezcla asfáltica empleando alquitrán, escoria granulada y agregado de caliza*. Bogota: Universidad militar nueva granada.
- Barreto, A., & Garcés, E. (2015). *Evaluación de la resistencia de una mezcla asfáltica tibia, sustituyendo en su fabricación, parte del agregado pétreo, por escoria de alto horno*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Bordas, S., & Castells, E. (2011). *Energía, agua, medioambiente, territorialidad y sostenibilidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Calderon, J., & Alzamora, A. (2010). *Investigación Científica para la tesis de Postgrado*. North Carolina: Editorial LULU Internacional.
- Cango, B., & Santamaría, K. (2017). *Diseño de hormigón rígido de alta resistencia utilizando escoria de acero para la aplicación en pavimento de concreto*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Castells, E. (2005). *Tratamiento y valorización energética de residuos*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Castells, X. (2012). *Valoración de residuos procedentes de grandes industrias*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Cruz, R., & Pérez, L. (2014). *Reemplazo de agregado fino por escoria de horno de cubilote para la fabricación de concreto*. Colombia: Universidad Industrial de Santander.
- Espinosa, J. (2016). *Fundamentos básicos y guía en la construcción de carreteras*. República Dominicana: Impresora Conadex.
- Fonseca, J. (1977). *Proyecto y construcción de carreteras*. Barcelona: Editores Técnicos Asociados.
- Forde, M. (2016). *Construction and Building Materials*. Ámsterdam: Elsevier BV.
- Galván, L. (2015). *Criterios de análisis y diseño de una mezcla asfáltica en frío con pavimento reciclado y emulsión asfáltica*. Lima: Universidad nacional de ingeniería.
- Guía de pruebas de laboratorio y muestreo en campo para la verificación de calidad en materiales de un pavimento asfáltico. (2011). *Ulloa Calderón, Andrea*.
- Haddadi, S. (2016). *Influence of Association of "EVA-NBR" on Indirect Tensile Strength of Modified*. Argelia: University of Sciences and Technology Houari Boumediene.
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico: Mienbro de la cámara nacional de la industria editorial Mexicana.

- Ibáñez, J. (2017). *Metodos, técnicas e instrumentos de la investigación criminológica*. Madrid: Editorial DYKINSON.
- Iglesias, A., & Ramírez, V. (2013). *Utilización de escoria siderúrgica para el mejoramiento de mezclas asfálticas en frío*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- INVIAS E-800-13. (2013). *Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras*. Lima.
- Journal, J. (2014). *Recycling of Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) with Rice Husk Ash*. Nigeria: Ahmadu Bello University.
- López, D., & Álvarez, N. (2017). *Mejoramiento de la carpeta asfáltica a base de escoria siderúrgica para pavimentos flexibles (mezclas asfálticas)*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana sede Quito.
- Maila Paucar, M. (2013). *Comportamiento de un amezcla asfáltica modificada con polímero etileno vinil acetato*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Manual de carreteras. (2013). *Especificaciones técnicas generales para construccion*. Lima: Editora Macro EIRL.
- Mashaan, N. (2014). *A Review on Using Crumb Rubber in Reinforcement of*. Malaysia: University of Malaya.
- Materials and Design. (2015). *Internal structure evolution of asphalt mixtures during freeze – thaw cycles*. Harbin: Harbin Institute of Technology.
- Minaya, S., & Ordóñez, A. (2006). *Diseño moderno de pavimentos asfálticos*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Moreno, G. (2000). *Introduccion a la metodología de la educacion educativa II*. Mexico: Editorial Progreso.
- Namakforoosh, M. (2005). *Metodología de la investigacion*. México: Editorial Limusa .
- Narváez, V. (2009). *Metodología de la investigación Científica y Bioestadística*. Santiago: RIL Editores.
- Ñaupas, H. (2014). *Metodología de la investigacion cuantitativa - cualitativa y redaccion de la tesis*. Colombia: Ediciones de la U.
- Ospino, J. (2004). *Metodología de la investigacion en ciencias de la salud*. Colombia: Editorial Universidad Cooperativa de Colombia.
- Rodríguez, A. (2005). *La ingenieria de suelos en las vias terrestres (2 ed.)*. Mexico: Editorial Limusa.
- Rondón, H., & Reyes, F. (2015). *Pavimentos: Materiales, construccion y diseño*. Peru: Editorial Macro.
- Rosli, M. (2014). *Characteristics and Utilization of Steel Slag in Road Construction*. Malaysia: Universiti Teknologi.
- Ruiz, C. (2002). *Instrumentos de investigacion educativa*. Fedupel.

- Sánchez, F., & Campagnoli, S. (2016). *Pavimentos asfálticos de carreteras guía práctica para los estudios y diseños*. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Sarsam, S. (2015). *Assessing Tensile and Shear Properties of Aged and Recycled Sustainable Pavement*. IRAQ: University of Baghdad.
- Schiffman, L., & Kanuk, L. (2005). *Comportamiento del consumidor*. México: Editorial Prentice Hall México.
- Tafur, J., & Esperanza, M. (2015). *Influencia de la actividad térmica y la granulometría de las escorias de horno eléctrico en la adsorción de metales (P, K, Na) disueltos en los influentes de la industria alcoholera*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- The Asphalt Institute. (1962). *Manual del asfalto*. España: Ediciones Urmo S.A.
- Vadillo, L. (1995). *Manual de reutilización de residuos de la industria minera, siderometalúrgica y termoeléctrica*. Madrid: Instituto tecnológico Geominero de España.
- Villalaz, C. (2004). *Vías de comunicación Caminos, Ferrocarriles, Aeropuertos, Puentes y Puertos*. Mexico: Grupo Noriega Editores.
- Zapata, O. (2005). *Herramientas para la elaborar tesis de investigaciones socioeducativas*. México: Editorial Pax México.
- Zelada, R. (2016). *Valoración económica de la escoria de horno eléctrico de siderperu como producto alternativo a la piedra cantera en el sector construcción*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.



VIII. ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia.



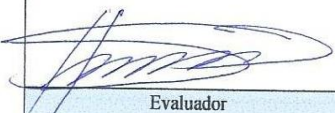
“Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica – Lima 2018.”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><u>PROBLEMA GENERAL</u></p> <p>¿De qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en el diseño de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018?</p>	<p><u>OBJETIVO GENERAL</u></p> <p>Determinar de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en el diseño de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018.</p>	<p><u>HIPÓTESIS GENERAL</u></p> <p>La adición de escoria metalúrgica influye significativamente en el diseño de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018.</p>	V1: Escoria metalúrgica	D1: Granulometría.	<p>I1: Tamiz N°4 – N°10. I2: Tamiz N°40 – N°80. I3: Tamiz N°200 – Fondo.</p>	<p>MÉTODO: Científico</p> <p>Según Narváez (2009): El método científico consiste en un estudio, basándose en determinadas reglas, [...] desde lo conocido a lo desconocido. (p. 33)</p> <p>TIPO DE INVEST: Aplicada</p> <p>Según Ibáñez (2017) “la investigación aplicada pretende dar soluciones de forma práctica a los problemas concretos, [...]” (p. 42).</p> <p>NIVEL: (Descriptivo - Correlacional)</p> <p>Según (Hernández, 2014, pp. 92-95) Los estudios descriptivos se basan en la recopilación de información ya sea independiente o conjunta, [...]. Los estudios correlacionales pretenden dar respuestas a preguntas sobre la investigación [...].</p> <p>DISEÑO DE INVEST: Experimental</p> <p>Según Hernández (2014) “manipulación intencional de la variable independiente” (p. 129).</p> <p>POBLACIÓN:</p> <p>Según Calderón & Alzamora (2010) “La población es el conjunto de todas las cosas, [...]” (p. 47).</p> <p>MUESTRA:</p> <p>Según Moreno (2000) “Es el subconjunto de la población y/o del universo que está representada por todas las cosas, hechos, objetos, etc.” (p. 9).</p> <p>MUESTREO: No probabilístico</p> <p>Según (Ñaupas, 2014, p. 253) “Los muestreos por juicio o criterio de investigación pertenecen a las formas asumidas por el muestreo no probabilístico.</p>
<p><u>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</u></p> <p>¿De qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en la estabilidad de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018?</p>	<p><u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u></p> <p>Determinar de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en la estabilidad de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018.</p>	<p><u>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</u></p> <p>La adición de escoria metalúrgica influye significativamente en la estabilidad de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018.</p>		D3: Dosificación.	<p>I1: 10% de escoria. I2: 15 % de escoria. I3: 12 % de escoria.</p>	
<p>¿De qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en la resistencia a la tracción indirecta de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018?</p>	<p>Determinar de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en la resistencia a la tracción indirecta de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018.</p>	<p>La adición de escoria metalúrgica influye significativamente en la resistencia a la tracción indirecta de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018.</p>	V2: mezclas asfálticas en caliente.	D1: Estabilidad.	<p>I1: < 8,15 KN (No cumple) I2: 8,15 KN (Cumple) I3: >8,15 KN (Considerable)</p>	
<p>¿De qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en la fluencia de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018?</p>	<p>Determinar de qué manera influye la adición de escoria metalúrgica en la fluencia de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018.</p>	<p>La adición de escoria metalúrgica influye mínimamente en la fluencia de mezclas asfálticas en caliente – Lima, 2018.</p>		D2: Resistencia a la tracción indirecta.	<p>I1: < 80 % (No cumple) I2: 80 % (Cumple) I3: >80% (Considerable)</p>	
				D3: Fluencia.	<p>I1: < 8 (Muy estable) I2: 8 – 14 (Estable) I3: >14 (Inestable)</p>	

Anexo 2. Ficha técnica de recolección de datos para la investigación presentada

		FICHA TÉCNICA		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		ASPECTO DE VALIDACIÓN				
PROYECTO: Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica – Lima, 2018. AUTOR: HERLES PÉREZ SILVA										
I.- INFORMACION GENERAL:										
UBICACIÓN:		La Oroya está ubicado al centro del Perú								
DISTRITO:	La Oroya	ALTITUD:	3725 msnm							
PROVINCIA:	Yauli	LATITUD:	11°31'14"							
REGIÓN:	Junín	LONGITUD:	75°54'05"							
II.- VARIABLES DE ESTUDIO										
V1: Escoria metalúrgica	Granulometría	I1: Tamiz N°4 – N°10. I2: Tamiz N°4 – N°200. I3: Tamiz N°200 – Fondo.		V2: Mezclas asfálticas en caliente.	Estabilidad	I1: < 8,15 KN (No cumple) I2: 8,15 KN (Cumple) I3: >8,15 KN (Considerable)				
	Peso específico	I1: Peso específico base seca. I2: Peso específico base saturada. I3: Peso específico aparente.			Resistencia a la tracción indirecta	I1: < 80 % (No cumple) I2: 80 % (Cumple) I3: >80% (Considerable)				
	Dosificación	I1: 10% de escoria. I2: 15 % de escoria. I3: 12 % de escoria.			Fluencia	I1: < 8 (Muy estable) I2: 8 – 14 (Estable) I3: >14 (Inestable)				
III.- PARAMETROS DE DISEÑO										
Ensayo		Ensayo		Ensayo		Ensayo				
Marshall (MTC E 504 / JEG-2013 sección 423 / ASTM D-6927)	Compactación, N° de golpes	Lottman (MTC E 522 / ASHTO TS283)	Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta (%).	Agregados (MTC E 204 / MTC E 517 / MTC E 205)	Granulometría (%)	Cemento Asfáltico (ASTM D-5 / ASTM D 92)	Penetración (mm)			
	Estabilidad (KN)							Resistencia retenida, 24 horas a 60°C en agua (%).	Adherencia (%)	Viscosidad (Cp)
	Flujo (mm)									
	Porcentaje de vacíos (%)									
	Relación polvo / asfalto									
	Relación estabilidad / flujo (kg/cm)									
Peso unitario										
IV.- DOSIFICACION DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA LA INVESTIGACION PRESENTADA										
Diseños	Arena Triturada	Arena Zarandeada	Grava Triturada	Escoria	% de cemento asfáltico					
Diseño Patrón	35%	25%	40%	0.0%	5.53%					
Gradación N°1	0.0%	50%	40%	10%	5.53%					
Gradación N°2	0.0%	47%	38%	15%	5.53%					
Gradación N°3	10%	40%	38%	12%	5.53%					
DATOS DEL EVALUADOR						Promedio de validación				
Apellidos y nombres:										
Profesión:										
Registro CIP N°:		Teléfono:								
Email:										
Rangos y magnitud de validez										
RANGOS		MAGNITUD								
0.81 a 1		Muy Alta								
0.60 a 0.80		Alta								
0.41 a 0.60		Moderada								
0.21 a 0.40		Baja								
0.01 a 0.20		Muy Baja								
						Evaluador				
Fuente: (Ruiz, 2002, p. 12)										

Anexo 2.1. Fichas de recolección de datos validado por el juicio de expertos.

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA TÉCNICA		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		ASPECTO DE VALIDACIÓN					
PROYECTO: Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica – Lima, 2018. AUTOR: HERLES PÉREZ SILVA							0.85				
I.- INFORMACIÓN GENERAL:											
UBICACIÓN:	La Oroya está ubicado al centro del Perú					0.85					
DISTRITO:	La Oroya	ALTITUD:	3725 msnm								
PROVINCIA:	Yauli	LATITUD:	11°31'14"								
REGIÓN:	Junín	LONGITUD:	75°54'05"								
II.- VARIABLES DE ESTUDIO						1					
V1: Escoria metalúrgica	Granulometría	I1: Tamiz N°4 – N°10. I2: Tamiz N°40 – N°80. I3: Tamiz N°200 – Fondo.		Estabilidad	I1: < 8,15 KN (No cumple) I2: 8,15 KN (Cumple) I3: >8,15 KN (Considerable)						
	Peso específico	I1: Peso específico base seca. I2: Peso específico base saturada. I3: Peso específico aparente.		Resistencia a la tracción indirecta	I1: < 80 % (No cumple) I2: 80 % (Cumple) I3: >80% (Considerable)						
	Dosificación	I1: 10% de escoria. I2: 15 % de escoria. I3: 12 % de escoria.		Fluencia	I1: < 8 (Muy estable) I2: 8 – 14 (Estable) I3: >14 (Inestable)						
V2: Mezclas asfálticas en caliente.											
III.- PARÁMETROS DE DISEÑO						0.8					
Ensayo		Ensayo		Ensayo							
Marshall (MTC E 504 / IEC-2013 sección 423 / ASTM D 9927)	Compactación, N° de golpes	Loftman (MTC E 522 / ASHTO TS283)	Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta (%).	Agregados (MTC E 204 / MTC E 517 / MTC E 205)	Granulometría (%)		Cemento Asfáltico (ASTM D-5 / ASTM D 92)	Penetración (mm)			
	Estabilidad (KN)								Resistencia retenida, 24 horas a 60°C en agua (%).	Adherencia (%)	Viscosidad (Cp)
	Flujo (mm)										
	Porcentaje de vacíos (%)										
	Relación polvo / asfalto										
	Relación estabilidad / flujo (kg/cm)										
	Peso unitario										
IV.- DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA LA INVESTIGACIÓN PRESENTADA						1					
Diseños	Arena Triturada	Arena Zarandeada	Grava Triturada	Escoria	% de cemento asfáltico						
Diseño Patrón	35%	25%	40%	0.0%	5.53%						
Gradación N°1	0.0%	50%	40%	10%	5.53%						
Gradación N°2	0.0%	47%	38%	15%	5.53%						
Gradación N°3	10%	40%	38%	12%	5.53%						
DATOS DEL EVALUADOR						Promedio de validación					
Apellidos y nombres:	Delgado Ortega Henry Saúl					0.91					
Profesión:	Ing. Civil										
Registro CIP N°:	-122881	Teléfono:	994748824								
Email:	hs-delgado@yahoo.es										
Rangos y magnitud de validez											
RANGOS		MAGNITUD									
0.81 a 1		Muy Alta									
0.60 a 0.80		Alta									
0.41 a 0.60		Moderada									
0.21 a 0.40		Baja									
0.01 a 0.20		Muy Baja									
Fuente: (Ruiz, 2002, p. 12)											
					Evaluador						

PROYECTO: Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica – Lima, 2018.

AUTOR: HERLES PÉREZ SILVA

I.- INFORMACIÓN GENERAL:

UBICACIÓN:	La Oroya está ubicado al centro del Perú		
DISTRITO:	La Oroya	ALTITUD:	3725 msnm
PROVINCIA:	Yauli	LATITUD:	11°31'14"
REGIÓN:	Junín	LONGITUD:	75°54'05"



II.- VARIABLES DE ESTUDIO

V1: Escoria metalúrgica	Granulometría	I1: Tamiz N°4 – N°10. I2: Tamiz N°40 – N°80. I3: Tamiz N°200 – Fondo.	V2: Mezclas asfálticas en caliente.	Estabilidad	I1: < 8,15 KN (No cumple) I2: 8,15 KN (Cumple) I3: >8,15 KN (Considerable)	0.9
	Peso específico	I1: Peso específico base seca. I2: Peso específico base saturada. I3: Peso específico aparente.		Resistencia a la tracción indirecta	I1: < 80 % (No cumple) I2: 80 % (Cumple) I3: >80% (Considerable)	
	Dosificación	I1: 10% de escoria. I2: 15 % de escoria. I3: 12 % de escoria.		Fluencia	I1: < 8 (Muy estable) I2: 8 – 14 (Estable) I3: >14 (Inestable)	

III.- PARÁMETROS DE DISEÑO

Ensayo		Ensayo		Ensayo		Ensayo			
Marshall (MTC E-504 / EG-2013 sección 423 / ASTM D-6927)	Compactación, N° de golpes	Lottman (MTC E-522 / ASHTO T5283)	Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta (%).	Agregados (MTC E-204 / MTC E-517 / MTC E-205)	Granulometría (%)	Cemento Asfáltico (ASTM D-5 / ASTM D 92)	Penetración (mm)		
	Estabilidad (KN)						Resistencia retenida, 24 horas a 60°C en agua (%).	Adherencia (%)	Viscosidad (Cp)
	Flujo (mm)						Promedio de estabilidad a 30 min. Y 24 horas (kg).	Absorción (%)	Punto de inflamación (°C)
	Porcentaje de vacíos (%)								
	Relación polvo / asfalto								
	Relación estabilidad / flujo (kg/cm)								
	Peso unitario								

IV.- DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA LA INVESTIGACIÓN PRESENTADA

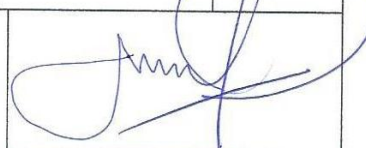
Diseños	Arena Triturada	Arena Zarandeada	Grava Triturada	Escoria	% de cemento asfáltico
Diseño Patrón	35%	25%	40%	0.0%	5.53%
Gradación N°1	0.0%	50%	40%	10%	5.53%
Gradación N°2	0.0%	47%	38%	15%	5.53%
Gradación N°3	10%	40%	38%	12%	5.53%

DATOS DEL EVALUADOR

Apellidos y nombres:	Lorin Harves Pérez García			Promedio de validación 0.925
Profesión:	Ingeniero Civil			
Registro CIP N°:	14869	Teléfono:	979229197	
Email:	harpersac@hotmail.com			

Rangos y magnitud de validez

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja



Evaluador

Fuente: (Ruiz, 2002, p. 12)

PROYECTO: Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica – Lima, 2018.

AUTOR: HERLES PÉREZ SILVA

I.- INFORMACION GENERAL:

UBICACIÓN:	La Oroya está ubicado al centro del Perú				0.7
DISTRITO:	La Oroya	ALTITUD:	3725 msnm		
PROVINCIA:	Yauli	LATITUD:	11°31'14"		
REGIÓN:	Junin	LONGITUD:	75°54'05"		

II.- VARIABLES DE ESTUDIO

V1: Escoria metalúrgica	Granulometría	I1: Tamiz N°4 – N°10. I2: Tamiz N°40 – N°80. I3: Tamiz N°200 – Fondo.	V2: Propiedades de mezclas asfálticas en caliente	Estabilidad	I1: < 8,15 KN (No cumple) I2: 8,15 KN (Cumple) I3: >8,15 KN (Considerable)	1
	Peso específico	I1: Peso específico base seca. I2: Peso específico base saturada. I3: Peso específico aparente.		Resistencia a la tracción indirecta	I1: < 80 % (No cumple) I2: 80 % (Cumple) I3: >80% (Considerable)	
	Dosificación	I1: 10% de escoria. I2: 15 % de escoria. I3: 12 % de escoria.		Fluencia	I1: < 8 (No cumple) I2: 8 – 14 (Cumple) I3: >14 (No cumple)	

III.- PRAMETROS DE DISEÑO

Marshall (MTC E 501 / EC-2013 sección 4.2.3 / ASTM D-9927)	Ensayo	Ensayo	Ensayo	Ensayo	1					
	Compactación, N° de golpes	Lottman (MTC E 522 / ASHTO T8283)	Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta (%).	Granulometría (%)		Penetración (mm)				
	Estabilidad (KN)						Agregados (MTC E 204 / MTC E 517 / MTC E 205)	Adherencia (%)	Cemento Asfáltico (ASTM D-5 / ASTM D 92)	Viscosidad (Cp)
	Flujo (mm)									
	Porcentaje de vacíos (%)									
	Relación polvo / asfalto									
	Relación estabilidad / flujo (kg/cm)									
Resistencia conservada (%)										

IV.- DOSIFICACION DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA LA INVESTIGACION PRESENTADA

Diseños	Arena Triturada	Arena Zarandeada	Grava Triturada	Escoria	% de cemento asfáltico	0.95
Diseño Patrón	35%	25%	40%	0.0%	5.53%	
Gradación N°1	0.0%	50%	40%	10%	5.53%	
Gradación N°2	0.0%	47%	38%	15%	5.53%	
Gradación N°3	10%	40%	38%	12%	5.53%	

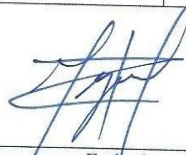
DATOS DEL EVALUADOR

Apellidos y nombres:	Alfonso Huaypaya / 1606 / M667		Promedio de validación
Profesión:	Tecnico de Laboratorio de suelos concreto y asfalto		
Registro CIP N°:		Teléfono:	0.912
Email:	MAlfonsoHuaypaya@gmail.com		

Rangos y magnitud de validez

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy Baja


Fuente: (Ruiz, 2002, p. 12)


Evaluador

Anexo 3. Ensayos de control de calidad de los agregados finos y gruesos.

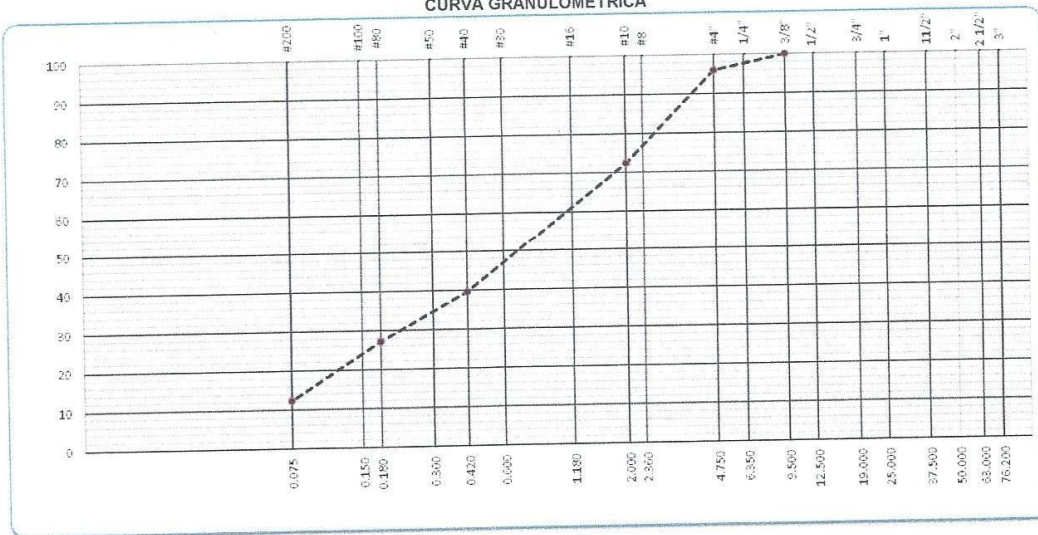
Anexo 3.1. Control de calidad de la arena zarandeada.

Anexo 3.1.1. Análisis granulométrico de la Arena Zarandeada.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-004-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	: Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"			
Solicitante	: Herles Pérez Silva	Institución:	Universidad Cesar Vallejo	
Responsable de asesoría	: Miguel Angel Alfaro Huayanay		Especialidad: Ingeniería Civil	
Cargo	: Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto			
Fecha emisión informe	: 20/11/2018			
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)			
Identificación	: Cantera "Gloria"			
Descripción	: Arena zarandeada			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)				

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PESO Retenido	PORCENTAJE			DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			Retenido	Acumul.	Pasante	
3"	76.200					Peso húmedo 915.28 g Peso seco 906.22 g
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					Contenido de humedad 1.0 % Limite líquido N.P. Limite plástico N.P. Azul de metileno 23.0 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			100.00		
3/8"	9.500					
1/4"	6.350					
#4	4.750	36.61	4.0	4.04	95.96	
#8	2.360					
#10	2.000	214.03	23.6	27.66	72.34	
#16	1.180					
#20	0.840					
#30	0.600					
#40	0.420	297.54	32.8	60.49	39.51	
#50	0.300					
#80	0.180	112.12	12.4	72.86	27.14	
#100	0.150					
#200	0.075	135.29	14.9	87.79	12.21	
>200		110.63	12.2	100.00	0.00	

CURVA GRANULOMETRICA




Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 3.1.2. Equivalente de arena de la arena zarandeada.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-004-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"		
Solicitante	:	Heries Pérez Silva	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		
Fecha emisión informe	:	20/11/2018		
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)		
Identificación	:	Cantera "Gloria"		
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:




Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



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



Anexo 3.1.3. Informe de ensayo pesos unitarios de la arena zarandeada.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-004-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"		
Solicitante	:	Herles Pérez Silva	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		
Fecha emisión informe	:	20/11/2018		

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 Identificación : Cantera "Gloria"
 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:


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 3.1.4. Informe de ensayo gravedad específica de la arena zarandeada.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS				Código:	SI-AT-TA
	I-004-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto				Versión:	V-01
					Fecha:	20/11/2018
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"				
Solicitante	:	Herles Pérez Silva	Institución:	Universidad Cesar Vallejo		
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil		
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto				
Fecha emisión informe	:	20/11/2018				
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)				
Identificación	:	Cantera "Gloria"				
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 + H2O (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:



 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



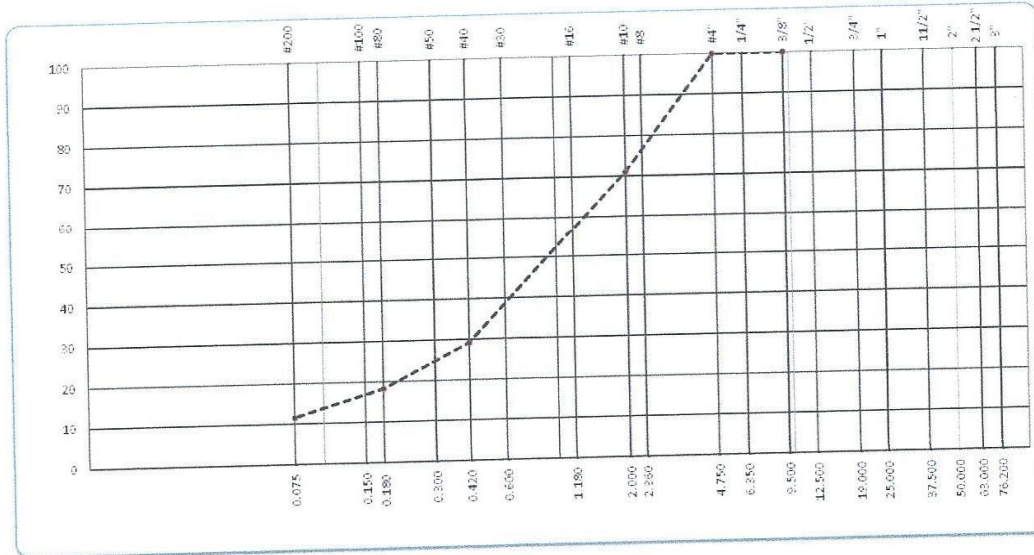
Anexo 3.2. Control de calidad de la Arena Triturada.

Anexo 3.2.1. Análisis Granulométrico de la Arena Triturada.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-004-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"		
Solicitante	:	Herles Pérez Silva	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		
Fecha emisión informe	:	20/11/2018		
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)		
Identificación	:	Cantera "Excalibur"		
Descripción	:	Arena triturada		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)				

TAMIZ	ABERTURA	PESO	PORCENTAJE			DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			Retenido	Acumul.	Presente	
ASTM	mm	Retenido	Retenido	Acumul.	Presente	
3"	76.200					Peso húmedo 786.30 g
2 1/2"	63.000					Peso seco 776.21 g
2"	50.000					
1 1/2"	37.500					
1"	25.000					Contenido de humedad 1.3 %
3/4"	19.000					Límite líquido N.P.
1/2"	12.500				100.0	Límite plástico N.P.
3/8"	9.500					Azul de metileno 6.0 mg/g
1/4"	6.350					
# 4	4.750	1.11	0.14	0.14	99.86	
# 8	2.380					
# 10	2.000	224.32	28.90	29.04	70.96	
# 15	1.180					
# 20	0.840					
# 30	0.600					
# 40	0.420	324.91	41.86	70.90	29.10	Observaciones
# 50	0.300					Especificaciones Técnicas MTC "EG - 2013"
# 80	0.180	84.24	10.85	81.75	18.25	Pavimento de concreto asfáltico en caliente (Sección 423)
# 100	0.150					
# 200	0.075	51.93	6.69	88.44	11.56	
>200		89.70	11.56	100.00	0.00	

CURVA GRANULOMETRICA





Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 3.2.2. Ensayo de equivalente de arena (Arena Triturada).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-004-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"		
Solicitante	:	Herles Pérez Silva	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		
Fecha emisión informe	:	20/11/2018		
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)		
Identificación	:	Cantera "Excalibur"		
Descripción	:	Arena triturada		
EQUIVALENTE DE ARENA (MTC E514)				

DESCRIPCIÓN	MUESTRAS			
	1	2	3	4
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm	4.76	4.76	
Hora de entrada a saturación		08:53	09:01	
Hora de salida de saturación	(10')	09:03	09:11	
Hora de entrada a decantación		09:05	09:13	
Hora de salida de decantación	(20')	09:25	09:33	
Lectura Inicial	pulg	5.0	5.0	
Lectura Final	pulg	3.2	3.2	
Equivalente de Arena	%	64.0	64.0	

PROMEDIO	64.0 %
-----------------	---------------


Observaciones:


Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 3.2.3. Ensayo de pesos unitarios (Arena Triturada).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-004-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"		
Solicitante	:	Herles Pérez Silva	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		
Fecha emisión informe	:	20/11/2018		

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

INFORME DE ENSAYO PESOS UNITARIOS (MTC E203)

PESO UNITARIO SUELTO						
MUESTRA		1	2	3	4	5
A	Peso Mat.+ Molde	6070.0	6075.0	6080.0		
B	Peso Molde	1824.0	1824.0	1824.0		
C	Peso de Material	4246	4251	4256		
D	Volumen del Molde	2812.6	2812.6	2812.6		
E	Peso Unitario	1510	1511	1513		

PROMEDIO	1511 kg/m ³
----------	------------------------

PESO UNITARIO COMPACTADO						
MUESTRA		1	2	3	4	5
A	Peso Mat.+ Molde	6580.0	6576.0	6579.0		
B	Peso Molde	1824	1824	1824		
C	Peso de Material	4756	4752	4754		
D	Volumen del Molde	2812.6	2812.6	2812.6		
E	Peso Unitario Varillado	1691	1690	1690		

PROMEDIO	1690 kg/m ³
----------	------------------------


Observaciones:


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 3.2.3. Ensayo de Gravedad específica y Absorción (Arena Triturada).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS			Código:	SI-AT-TA	
	I-004-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto			Versión:	V-01	
				Fecha:	20/11/2018	
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"				
Solicitante	:	Herles Pérez Silva	Institución:	Universidad Cesar Vallejo		
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil		
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto				
Fecha emisión informe	:	20/11/2018				
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)				
Identificación	:	Cantera "Carapongo"				
Descripción	:	Grava triturada				
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 + H2O (g)	1006.37	1006.55			
E	Vol. de masa + vol. de vacíos (cc)	191.12	190.94			
F	Peso mat. seco en el horno (105°C) (g)	498.02	497.97			
G	Vol. de masa (g)	189.14	188.91			
H	Peso específico bulk (base seca) (g/cc)	2.606	2.608			2.607
I	Peso específico bulk (base saturada) (g/cc)	2.616	2.619			2.617
J	Peso específico aparente (base seca) (g/cc)	2.633	2.636			2.635
K	% de absorción	0.4	0.4			0.4

Observaciones:



Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



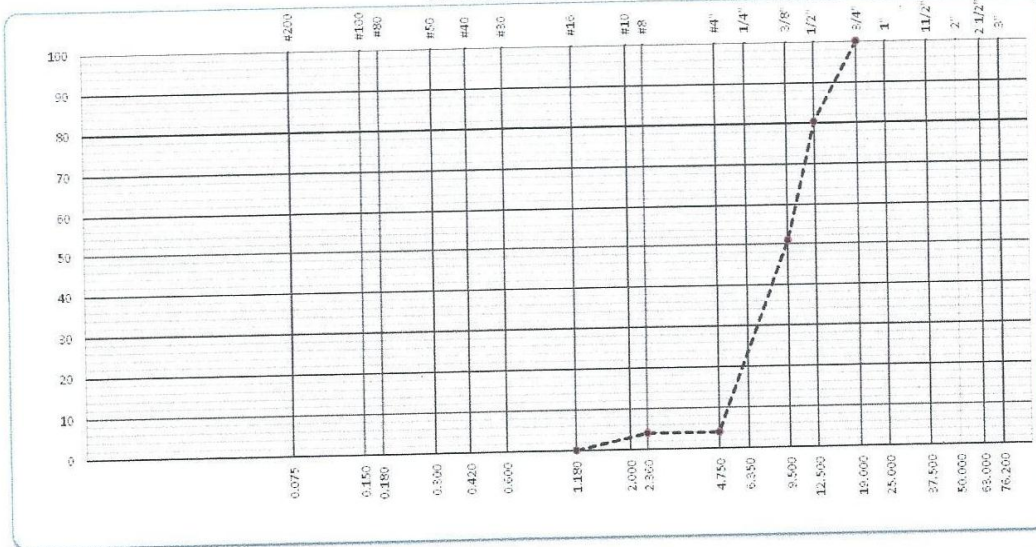
Anexo 3.3. Control de calidad de la Grava Triturada.

Anexo 3.3.1. Análisis Granulométrico de la Grava Triturada.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-004-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"		
Solicitante	:	Herles Pérez Silva	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		
Fecha emisión informe	:	20/11/2018		
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)		
Identificación	:	Cantera "Carapongo"		
Descripción	:	Grava triturada		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)				

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PORCENTAJE				DESCRIPCION DE LA MUESTRA
		Retenido	Retenido	Acumul.	Pasante	
3"	76.200					Peso húmedo 0.00 g Peso seco 4270.00 g
2 1/2"	63.000					
2"	50.000					Contenido de humedad 0.0 % Límite líquido _____ Límite plástico _____
1 1/2"	37.500					
1"	25.000					
3/4"	19.000			100.0		Observaciones Especificaciones Técnicas MTC "EG - 2013" Pavimento de concreto asfáltico en caliente (Sección 423)
1/2"	12.500	840.0	19.7	19.7	80.3	
3/8"	9.500	1260.0	29.5	49.2	50.8	
1/4"	6.350					
#4	4.750	2000.0	46.8	96.0	4.0	
#8	2.360					
#10	2.000	170.0	4.0	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





Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 3.3.2. Ensayo abrasión los angeles de la Grava Triturada.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS				Código:	SI-AT-TA
	I-004-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto				Versión:	V-01
					Fecha:	20/11/2018
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"				
Solicitante	:	Herles Pérez Silva	Institución:	Universidad Cesar Vallejo	Especialidad:	Ingeniería Civil
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay				
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto				
Fecha emisión informe	:	20/11/2018				
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)				
Identificación	:	Cantera "Carapongo"				
Descripción	:	Grava triturada				
INFORME DE ENSAYO ABRASIÓN LOS ANGELES (MTC E207)						
		1	2	3	4	5
MUESTRA						
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 :


Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 3.3.3. Ensayo pesos unitarios de la Grava Triturada.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-004-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"		
Solicitante	:	Herles Pérez Silva	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		
Fecha emisión informe	:	20/11/2018		

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 Identificación : Cantera "Carapongo"
 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:


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 3.3.4. Ensayo gravedad específica y absorción (Grava Triturada).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-004-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Código:	SI-AT-TA		
			Versión:	V-01		
			Fecha:	20/11/2018		
Asunto : Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018" Solicitante : Herles Pérez Silva Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 12/10/2018						
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Cantera "Carapongo" 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)	826.0	845.0			
B	Peso del mat. sat. superf. seco (en el agua) (g)	521	535			
C	Vol. de masa + Vol. de vacíos (cc)	305.00	314.0			
D	Peso del material seco en el horno (105°C) (g)	821.00	840.0			
E	Vol. de masa (g)	300.00	309.0			
F	Peso específico bulk (base seca) (g/cc)	2.692	2.675			2.683
G	Peso específico bulk (base saturada) (g/cc)	2.708	2.691			2.700
H	Peso específico aparente (base seca) (g/cc)	2.737	2.718			2.728
I	% de absorción	0.6	0.6			0.6

Observaciones:


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 3.3.5. Partículas chatas y alargadas de la Grava Triturada.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-004-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto	Código:	SI-AT-TA
		Versión:	V-01
		Fecha:	20/11/2018
Asunto : Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018" Solicitante : Herles Pérez Silva Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 20/11/2018			
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Cantera "Carapongo" 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	%	(CxD)/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:


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 3.3.6. Ensayo porcentaje de caras fracturadas en los agregados (Grava Triturada).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-004-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"		
Solicitante	:	Herles Pérez Silva	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		
Fecha emisión informe	:	20/11/2018		
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)		
Identificación	:	Cantera "Carapongo"		
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	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						100.00 %

Observaciones:



 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



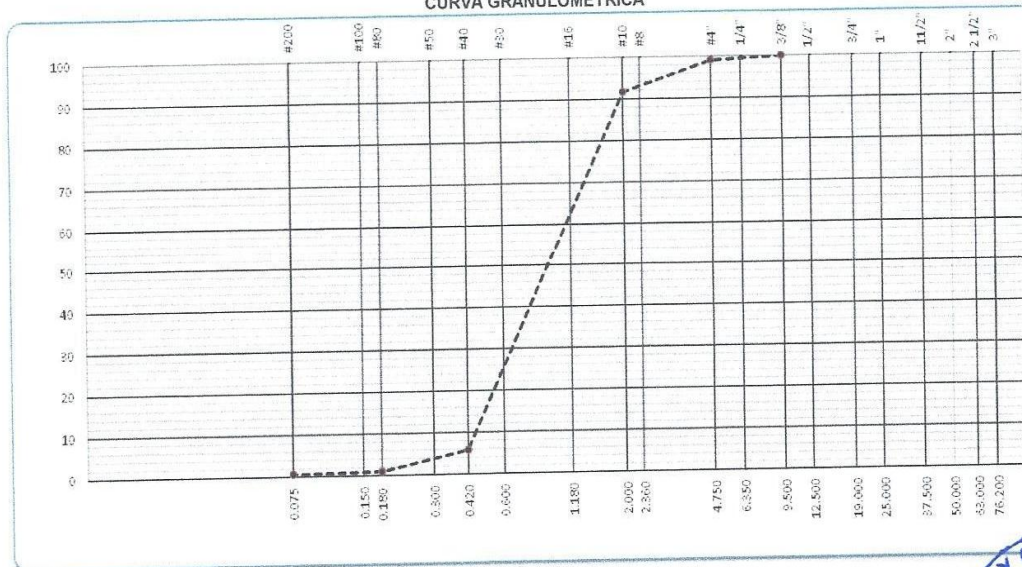
Anexo 3.4. Control de calidad de la Escoria Metalúrgica.

Anexo 3.4.1. Análisis Granulométrico de la Escoria Metalúrgica.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-004-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"			
Solicitante	Herles Pérez Silva	Institución:	Universidad Cesar Vallejo	Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable de asesoría	Miguel Angel Alfaro Huayanay			
Cargo	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto			
Fecha emisión informe	20/11/2018			
Tipo de muestra	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)			
Identificación	Acopio "La Oroya"			
Descripción	Escoria metalúrgica			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)				

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PORCENTAJE				DESCRIPCION DE LA MUESTRA
		Retenido	Retenido	Acum.L.	Pasante	
3"	76.200					Peso húmedo 1020.61 g
2 1/2"	63.000					Peso seco 1020.41 g
2"	50.000					Contenido de humedad 0.02 %
1 1/2"	37.500					Limite líquido _____
1"	25.000					Limite plástico _____
3/4"	19.000					Observaciones _____
1/2"	12.500					
3/8"	9.500			100.00		
1/4"	6.350					
# 4	4.750	9.73	0.95	0.95	99.05	
# 8	2.360					
# 10	2.000	75.78	7.42	8.38	91.62	
# 16	1.180					
# 20	0.840					
# 30	0.600					
# 40	0.420	876.12	85.84	94.22	5.78	
# 50	0.300					
# 60	0.180	49.37	4.84	99.06	0.94	
# 100	0.150					
# 200	0.075	3.85	0.38	99.44	0.56	
>200		5.76	0.56	100.00	0.00	

CURVA GRANULOMETRICA



Naya Zapata Cuadros

Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Miguel Angel Alfaro Huayanay

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



Anexo 3.4.2. Ensayo pesos unitarios de la Escoria Metalúrgica.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-004-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"		
Solicitante	:	Herles Pérez Silva	Institución: Universidad Cesar Vallejo	Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay		
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		
Fecha emisión informe	:	20/11/2018		

Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)
 Identificación : Acopio "La Oroya"
 Descripción : Escoria metalúrgica

INFORME DE ENSAYO PESOS UNITARIOS (MTC E203)

PESO UNITARIO SUELTO

MUESTRA		1	2	3	4	5
A	Peso Mat.+ Molde	7430.0	7470.0	7470.0		
B	Peso Molde	1824.0	1824.0	1824.0		
C	Peso de Material	5606	5646	5646		
D	Volumen del Molde	2812.6	2812.6	2812.6		
E	Peso Unitario	1993	2007	2007		

PROMEDIO	2003 kg/m3
----------	------------

PESO UNITARIO COMPACTADO

MUESTRA		1	2	3	4	5
A	Peso Mat.+ Molde	7880.0	7900.0	7890.0		
B	Peso Molde	1824	1824	1824		
C	Peso de Material	6056	6076	6066		
D	Volumen del Molde	2812.6	2812.6	2812.6		
E	Peso Unitario Varillado	2153	2160	2157		

PROMEDIO	2157 kg/m3
----------	------------


Observaciones:


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 3.4.3. Ensayo Gravedad Específica y absorción de la Escoria Metalúrgica.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS			Código:	SI-AT-TA	
	I-004-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto			Versión:	V-01	
				Fecha:	20/11/2018	
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"				
Solicitante	:	Herles Pérez Silva	Institución:	Universidad Cesar Vallejo	Especialidad: Ingeniería Civil	
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay				
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto				
Fecha emisión informe	:	20/11/2018				
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)				
Identificación	:	Acopio "La Oroya"				
Descripción	:	Escoria metalúrgica				
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)	661.62	661.62			
C	Peso fiola con agua + peso del mat. s.s.s. (g)	1161.62	1161.62			
D	Peso del mat. + peso fiola + H2O (g)	1030.00	1030.62			
E	Vol. de masa + vol. de vacíos (cc)	131.62	131.00			
F	Peso mat. seco en el horno (105°C) (g)	498.86	498.53			
G	Vol. de masa (g)	130.48	129.53			
H	Peso específico bulk (base seca) (g/cc)	3.790	3.806			3.796
I	Peso específico bulk (base saturada) (g/cc)	3.799	3.817			3.808
J	Peso específico aparente (base seca) (g/cc)	3.823	3.849			3.836
K	% de absorción	0.2	0.3			0.3

Observaciones:



 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



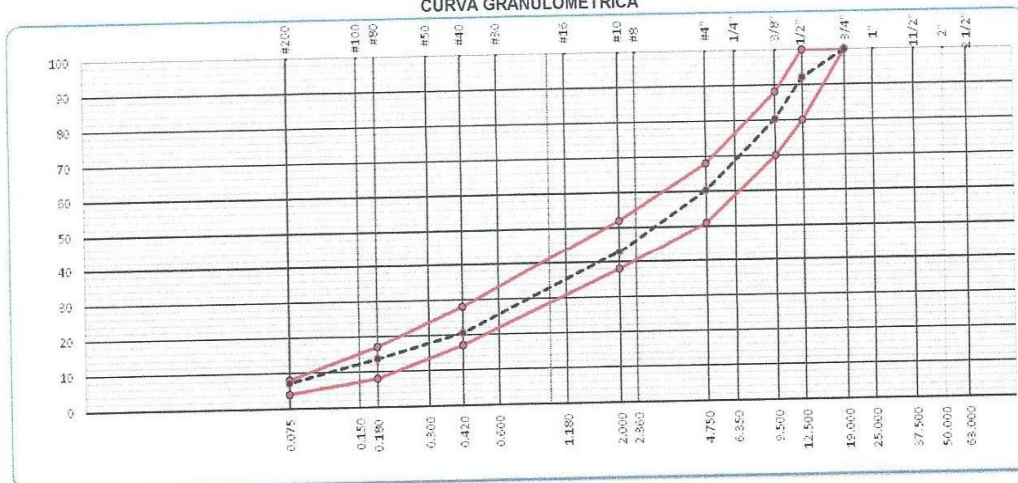
Anexo 4. Gradaciones de los diseños realizados con escoria y sin escoria.

Anexo 4.1. Gradación del diseño MAC N° 01.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-7A
	I-004-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto : Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018" Solicitante : Herles Pérez Silva Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 20/11/2018				
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de canteras 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	5952.4
2 1/2"	63.000							Peso Fracción	
2"	50.000							MEZCLA DE AGREGADOS	
1 1/2"	37.500							Arena triturada	30.0
1"	25.000				100.0	100	100	Arena natural	30.0
3/4"	19.000					80	100	Escoria mineral	0.0
1/2"	12.500	468.4	7.9	7.9	92.1	80	88	Grava triturada	40.0
3/8"	9.500	702.6	11.8	19.7	80.3	70	88		100.0
1/4"	6.350							Observaciones	
#4	4.750	1189.9	20.0	39.7	60.3	51	68		
#8	2.360								
#10	2.000	1032.6	17.3	57.0	43.0	38	52		
#16	1.180								
#20	0.840								
#30	0.600								
#40	0.420	1333.8	22.4	79.4	20.6	17	28		
#50	0.300								
#60	0.180	414.7	7.0	86.4	13.6	8	17		
#100	0.150								
#200	0.075	386.1	6.5	92.9	7.1	4	8		
>200		424.4	7.1	100.0	0.0				

CURVA GRANULOMETRICA





Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

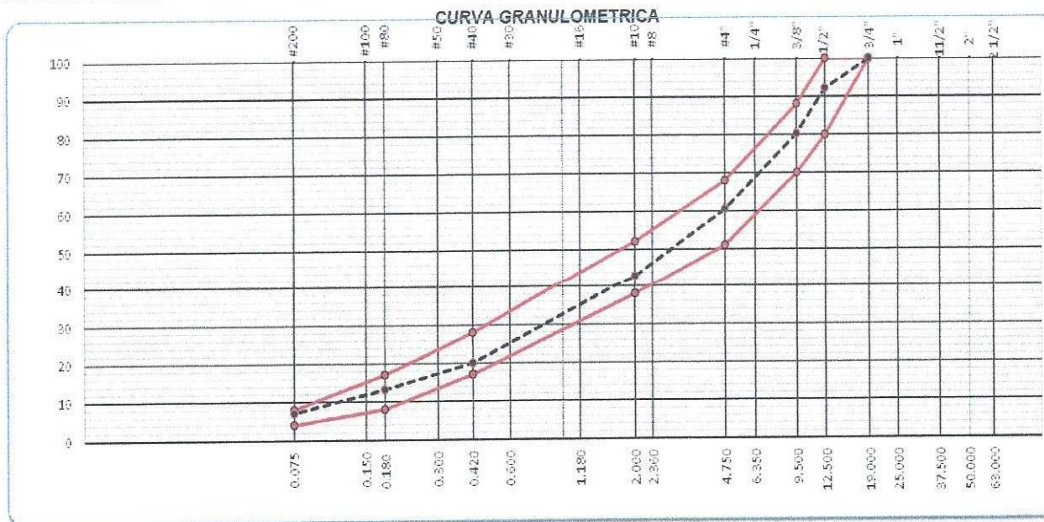

Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Anexo 4.2. Gradación del diseño MAC N°2.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-004-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
<p>Asunto : Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"</p> <p>Solicitante : Herles Pérez Silva Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil</p> <p>Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay</p> <p>Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto</p> <p>Fecha emisión informe : 20/11/2018</p>				
<p>Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC)</p> <p>Identificación : Mezcla de canteras</p> <p>Descripción : Diseño MAC N° 02</p>				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)				

TAMIZ	ABERTURA	PESO	PORCENTAJE				MAC - 2		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
ASTM	mm	Retenido	Retenido	Acumul.	Pasante				
3"	76.200							Peso Inicial	5952.4
2 1/2"	63.000							Peso Fracción	
2"	50.000							MEZCLA DE AGREGADOS	
1 1/2"	37.500							Arena triturada	35.0
1"	25.000							Arena natural	25.0
3/4"	19.000				100.0	100	100	Escoria mineral	0.0
1/2"	12.500	468.4	7.9	7.9	92.1	80	100	Grava triturada	40.0
3/8"	9.500	702.6	11.8	19.7	80.3	70	88		100.0
1/4"	6.350							Observaciones	
# 4	4.750	1178.3	19.8	39.5	60.5	51	68		
# 8	2.360								
# 10	2.000	1048.3	17.6	57.1	42.9	38	52		
# 16	1.180								
# 20	0.840								
# 30	0.600								
# 40	0.420	1360.7	22.9	79.9	20.1	17	28		
# 50	0.300								
# 80	0.180	410.2	6.9	86.8	13.2	8	17		
# 100	0.150								
# 200	0.075	361.5	6.1	92.9	7.1	4	8		
>200		422.4	7.1	100.0	0.0				





 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

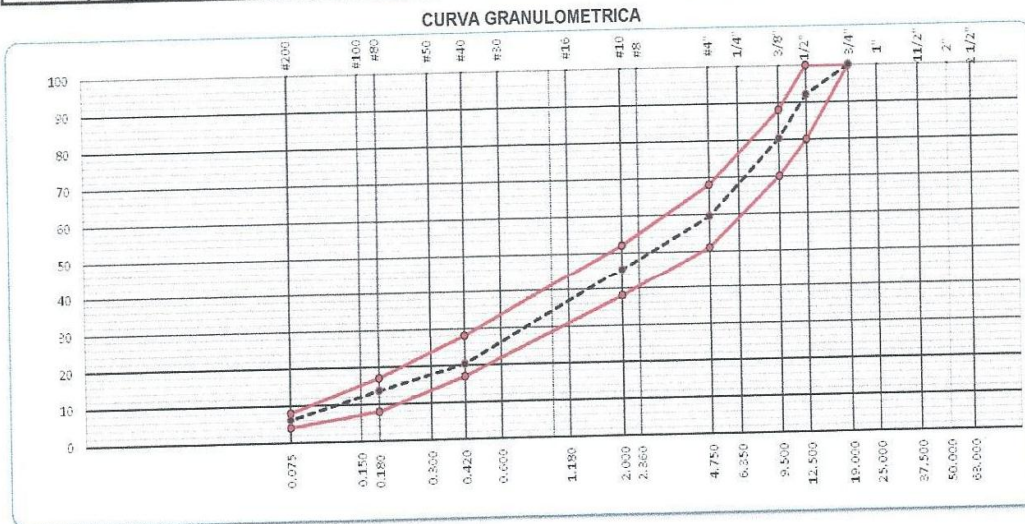

 Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Anexo 4.3. Gradación N° 1 adicionando 10% de escoria metálica.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-004-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	: Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metálica - Lima, 2018"			
Solicitante	: Herles Pérez Silva		Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable de asesoría	: Miguel Angel Alfaro Huayanay		Especialidad:	Ingeniería Civil
Cargo	: Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto			
Fecha emisión informe	: 20/11/2018			
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)			
Identificación	: Mezcla de canteras			
Descripción	: Gradación N°01 adicionando 10% de escoria metálica			
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	6196.6
2 1/2"	63.000							Peso Fracción	
2"	50.000							MEZCLA DE AGREGADOS	
1 1/2"	37.500							Arena triturada	0.0
1"	25.000				100.0	100	100	Arena natural	50.0
3/4"	19.000	487.6	7.9	7.9	92.1	80	100	Escoria mineral	10.0
1/2"	12.500	731.4	11.8	19.7	80.3	70	88	Grava triturada	40.0
3/8"	9.500								100.0
1/4"	6.350							Observaciones	
#4	4.750	1292.0	20.9	40.5	59.5	51	68		
#8	2.360								
#10	2.000	876.4	14.1	54.7	45.3	38	52		
#16	1.180								
#20	0.840								
#30	0.600								
#40	0.420	1549.2	25.0	79.7	20.3	17	28		
#50	0.300								
#60	0.180	413.3	6.7	86.3	13.7	8	17		
#100	0.150								
#200	0.075	464.9	7.5	93.8	6.2	4	8		
>200		381.7	6.2	100.0	0.0				





Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

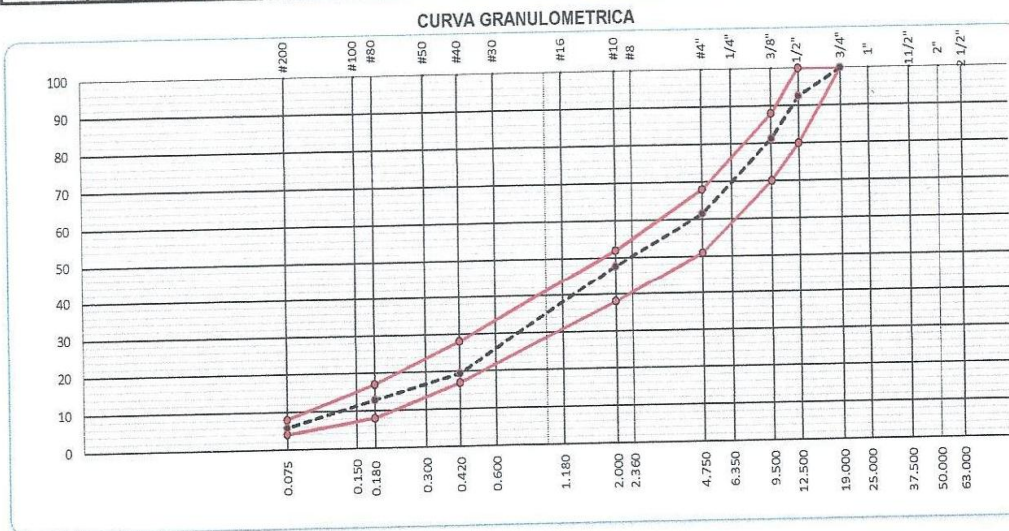

Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Anexo 4.4. Gradación N°02 adicionando 15% de escoria metálica.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-001-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metálica - Lima, 2018"		
Solicitante	:	Herles Pérez Silva	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		
Fecha emisión informe	:	20/11/2018		
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)		
Identificación	:	Mezcla de canteras		
Descripción	:	Gradación N°02 adicionando 15% de escoria metálica		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)				

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PESO				PORCENTAJE			MAC - 2	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
		Retenido	Retenido	Acumul.	Passante					
3"	76.200								Peso Inicial	6196.6
2 1/2"	63.000								Peso Fracción	
2"	50.000								MEZCLA DE AGREGADOS	
1 1/2"	37.500								Arena triturada	0.0
1"	25.000					100.0	100	100	Arena natural	47.0
3/4"	19.000								Escoria mineral	15.0
1/2"	12.500	463.2	7.5	7.5	92.5	80	100		Grava triturada	38.0
3/8"	9.500	694.8	11.2	18.7	81.3	70	88			100.0
1/4"	6.350								Observaciones	
#4	4.750	1229.4	19.8	38.5	61.5	51	68			
#8	2.360									
#10	2.000	850.6	13.7	52.3	47.7	38	52			
#16	1.180									
#20	0.840									
#30	0.600									
#40	0.420	1754.1	28.3	80.6	19.4	17	28			
#50	0.300									
#80	0.180	405.3	6.5	87.1	12.9	8	17			
#100	0.150									
#200	0.075	438.3	7.1	94.2	5.8	4	8			
>200		360.6	5.8	100.0	0.0					





Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

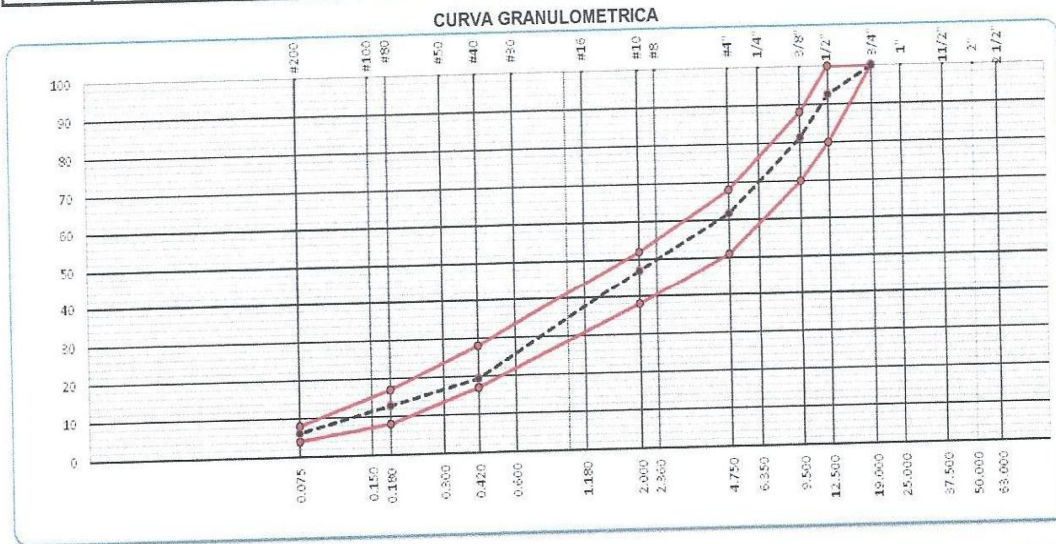

Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.




Anexo 4.5. Gradación N°03 adicionando 12% de escoria metálica.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-004-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	: Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metálica - Lima, 2018"			
Solicitante	: Herles Pérez Silva	Institución:	Universidad Cesar Vallejo	
Responsable de asesoría	: Miguel Angel Alfaro Huayanay			
Cargo	: Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto			
Fecha emisión informe	: 20/11/2018			
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)			
Identificación	: Mezcla de canteras			
Descripción	: Gradación N°03 adicionando 12% de escoria metálica			
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	7217.0
2 1/2"	63.000							Peso Fracción	
2"	50.000							MEZCLA DE AGREGADOS	
1 1/2"	37.500							Arena triturada	10.0
1"	25.000				100.0	100	100	Arena natural	40.0
3/4"	19.000	539.5	7.5	7.5	92.5	80	100	Escoria mineral	12.0
1/2"	12.500	809.3	11.2	18.7	81.3	70	88	Grava triturada	38.0
3/8"	9.500								100.0
1/4"	6.350							Observaciones	
# 4	4.750	1410.4	19.5	38.2	61.8	51	68		
# 8	2.360								
# 10	2.000	1063.9	14.7	53.0	47.0	38	52		
# 16	1.180								
# 20	0.840								
# 30	0.600								
# 40	0.420	1993.4	27.6	80.6	19.4	17	28		
# 50	0.300								
# 80	0.180	477.4	6.6	87.2	12.8	8	17		
# 100	0.150								
# 200	0.075	482.5	6.7	93.9	6.1	4	8		
>200		440.7	6.1	100.0	0.0				





Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 5. Resultados del diseño MAC N° 01.

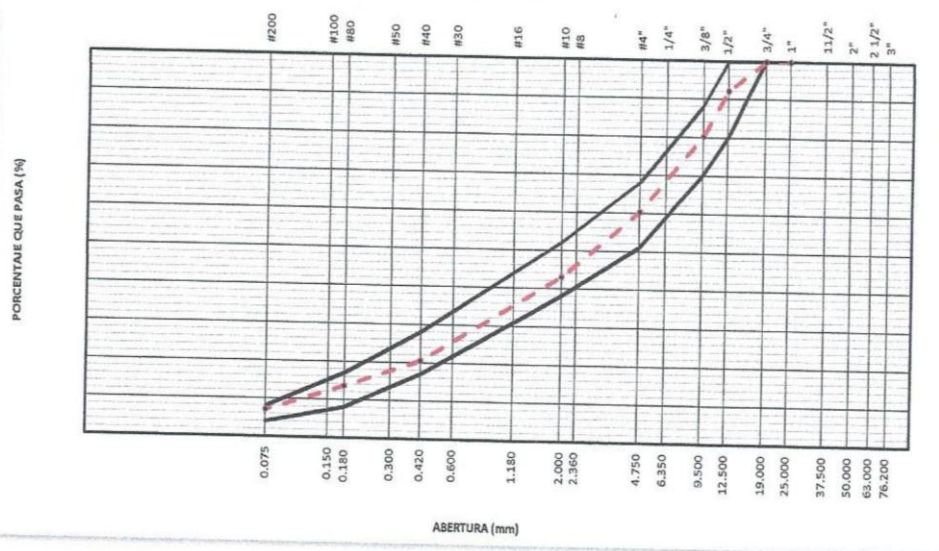
Anexo 5.1. Gradación del diseño MAC N°01.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-001-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto : Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018" Solicitante : Herles Pérez Silva Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 20/11/2018				
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de canteras Descripción : Diseño MAC N° 01				

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PESO Retenido	PORCENTAJE			FORMULA DE TRABAJO	ESPECIFICACIÓN MAC-2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			Retenido	Acumul.	Pasante			
3"	76.200							
2 1/2"	63.000							
2"	50.000						Peso total : 5952.4 g	
1 1/2"	37.500						Fracción finos : 0.0 g	
1"	25.000							
3/4"	19.000							
1/2"	12.500	468.4	7.9	7.9	92.1	100	100	
3/8"	9.500	702.6	11.8	19.7	80.3	80	100	
1/4"	6.350					70	88	
# 4	4.750	1189.9	20.0	39.7	60.3	51	68	
# 8	2.380							
# 10	2.000	1032.6	17.3	57.0	43.0	38	52	
# 16	1.180							
# 30	0.800							
# 40	0.420	1333.8	22.4	79.4	20.6	17	28	
# 80	0.180	414.7	7.0	86.4	13.6	8	17	
# 100	0.150							
# 200	0.075	386.1	6.5	92.9	7.1	4	8	
>200		424.3	7.1	100.0				

CURVA GRANULOMETRICA





Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 5.2. Informe del ensayo Marshall en el diseño MAC N° 01 con el 4.4 % de asfalto.


		INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-001-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto				Código:	SI-AT-TA		
						Versión:	V-01		
						Fecha:	20/11/2018		
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"							
Solicitante	:	Herles Pérez Silva	Institución:		Universidad Cesar Vallejo				
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:		Ingeniería Civil				
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto							
Fecha emisión informe	:	20/11/2018							
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)							
Identificación	:	Mezcla de canteras							
Descripción	:	Diseño MAC N° 01							
INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1659)									
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200
% PASA MATERIAL	100	100.0	92.1	80.3	60.3	43.0	20.6	13.6	7.1
ESPECIFICACIONES	100	90 - 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					4.4			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					37.92			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					57.21			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.48			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.021			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4* (Bulk) gr/cc					2.701			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.622			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.745			
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)				1184.0	1184.0	1187.0		
13	Peso de la briqueta el agua por 60´(gr)				1186.0	1186.0	1193.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				685.0	684.0	683.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				501.0	502.0	510.0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.363	2.359	2.327	2.350	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.541			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				7.0	7.2	8.4	7.5	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.655			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.728			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.03			
22	% de Asfalto Efectivo					3.41			
23	Relación Polvo/Asfalto					0.5			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				14.9	15.1	16.2	15.4	14
25	% Vacios llenos con C.A.				53.0	52.3	48.0	51.1	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				15.0	15.0	16.0	15.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1778	1675	1614		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.00		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1849	1741	1614	1735	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				4932	4644	4035	4537	1700 - 4000


Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 5.3. Informe del ensayo Marshall en el diseño MAC N° 01 con el 4.9 % de asfalto.


		INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-001-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto					Código:	SI-AT-TA	
							Versión:	V-01	
							Fecha:	20/11/2018	
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"							
Solicitante	:	Herles Pérez Silva	Institución: Universidad Cesar Vallejo			Especialidad: Ingeniería Civil			
Responsable de asesoría	:	Miguel Ángel Alfaro Huayanay							
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto							
Fecha emisión informe	:	20/11/2018							
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)							
Identificación	:	Mezcla de canteras							
Descripción	:	Diseño MAC N° 01							
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	92.1	80.3	60.3	43.0	20.6	13.6	7.1
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					4.9			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					37.72			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					56.91			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					0.48			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					1.021			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc					2.701			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.622			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					3.110			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					2.745			
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)				1185.0	1188.0	1188.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60"(gr)				1187.0	1192.0	1191.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				691.0	693.0	693.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				496.0	499.0	498.0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.389	2.381	2.386	2.385	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.525			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				5.4	5.7	5.5	5.6	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.655			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.732			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.09			
22	% de Asfalto Efectivo					3.86			
23	Relación Polvo/Asfalto					0.5			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				14.4	14.7	14.5	14.6	14
25	% Vacios llenos con C.A.				62.6	61.1	61.9	61.9	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				16.0	18.0	18.0	17.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1550	1637	1608		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1612	1703	1673	1662	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				4029	3784	3717	3844	1700 - 4000


Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 5.4. Informe del ensayo Marshall en el diseño MAC N° 01 con el 5.4 % de asfalto.


		INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-001-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto					Código: SI-AT-TA Versión: V-01 Fecha: 20/11/2018																																																																																																																																																																																																		
Asunto : Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018" Solicitante : Herles Pérez Silva Institución: Universidad Cesar Vallejo Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Especialidad: Ingeniería Civil Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 20/11/2018																																																																																																																																																																																																									
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de canteras Descripción : Diseño MAC N° 01																																																																																																																																																																																																									
INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)																																																																																																																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>TAMICES ASTM</th> <th>1"</th> <th>3/4"</th> <th>1/2"</th> <th>3/8"</th> <th>No 4</th> <th>No 10</th> <th>No 40</th> <th>No 80</th> <th>No 200</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>% PASA MATERIAL</td> <td>100</td> <td>100.0</td> <td>92.1</td> <td>80.3</td> <td>60.3</td> <td>43.0</td> <td>20.6</td> <td>13.6</td> <td>7.1</td> </tr> <tr> <td>ESPECIFICACIONES</td> <td>100</td> <td>80 - 100</td> <td>67 - 85</td> <td>60 - 77</td> <td>43 - 61</td> <td>29 - 45</td> <td>14 - 25</td> <td>8 - 17</td> <td>4 - 8</td> </tr> </tbody> </table>										TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	% PASA MATERIAL	100	100.0	92.1	80.3	60.3	43.0	20.6	13.6	7.1	ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8																																																																																																																																																																		
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200																																																																																																																																																																																																
% PASA MATERIAL	100	100.0	92.1	80.3	60.3	43.0	20.6	13.6	7.1																																																																																																																																																																																																
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8																																																																																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>BRIQUETA N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>PROMEDIO</th> <th>ESPECIF.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 % C.A. en Peso de la Mezcla</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2 % Grava > N°4 en peso de la Mezcla</td> <td></td> <td>5.4</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3 % Arena < N°4 en peso de la Mezcla</td> <td></td> <td>37.53</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4 % Cemento portland en peso de la Mezcla</td> <td></td> <td>56.61</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5 Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc</td> <td></td> <td>0.47</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6 Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc</td> <td></td> <td>1.021</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7 Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc</td> <td></td> <td>2.701</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8 Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc</td> <td></td> <td>2.622</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9 Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc</td> <td></td> <td>3.110</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10 Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc</td> <td></td> <td>2.745</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>11 Altura promedio de la briqueta cm</td> <td></td> <td>2.669</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12 Peso de la briqueta al aire (gr)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>13 Peso de la briqueta al agua por 60 (gr)</td> <td>1178.0</td> <td>1182.0</td> <td>1180.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>14 Peso de la briqueta desplazada (gr)</td> <td>1179.0</td> <td>1184.0</td> <td>1181.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)</td> <td>697.0</td> <td>695.0</td> <td>696.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>16 Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)</td> <td>482.0</td> <td>489.0</td> <td>485.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>17 Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)</td> <td>2.444</td> <td>2.417</td> <td>2.433</td> <td>2.431</td> <td></td> </tr> <tr> <td>18 % de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)</td> <td></td> <td>2.503</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>19 Peso Especifico Bulk Agregado Total</td> <td>2.4</td> <td>3.4</td> <td>2.8</td> <td>2.9</td> <td>3 - 5</td> </tr> <tr> <td>20 Peso Especifico Efectivo Agregado total</td> <td></td> <td>2.655</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>21 Asfalto Absorbido por el Agregado</td> <td></td> <td>2.729</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>22 % de Asfalto Efectivo</td> <td></td> <td>1.04</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>23 Relación Polvo/Asfalto</td> <td></td> <td>4.41</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>24 V.M.A.</td> <td></td> <td>0.8</td> <td></td> <td></td> <td>0.6 - 1.3</td> </tr> <tr> <td>25 % Vacios llenos con C.A.</td> <td>12.9</td> <td>13.9</td> <td>13.3</td> <td>13.4</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>26 Flujo 0,01"(0,25 mm)</td> <td>81.7</td> <td>75.2</td> <td>78.9</td> <td>78.6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>27 Estabilidad sin corregir (Kg)</td> <td>18.0</td> <td>18.0</td> <td>19.0</td> <td>18.3</td> <td>8 - 14</td> </tr> <tr> <td>28 Factor de estabilidad</td> <td>1584</td> <td>1440</td> <td>1458</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>29 Estabilidad Corregida 27 * 28</td> <td>1.09</td> <td>1.09</td> <td>1.09</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>30 Estabilidad / Flujo</td> <td>1726</td> <td>1570</td> <td>1589</td> <td>1628</td> <td>MIN 815</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3836</td> <td>3488</td> <td>3346</td> <td>3557</td> <td>1700 - 4000</td> </tr> </tbody> </table>										BRIQUETA N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.	1 % C.A. en Peso de la Mezcla						2 % Grava > N°4 en peso de la Mezcla		5.4				3 % Arena < N°4 en peso de la Mezcla		37.53				4 % Cemento portland en peso de la Mezcla		56.61				5 Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc		0.47				6 Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc		1.021				7 Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc		2.701				8 Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc		2.622				9 Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc		3.110				10 Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc		2.745				11 Altura promedio de la briqueta cm		2.669				12 Peso de la briqueta al aire (gr)						13 Peso de la briqueta al agua por 60 (gr)	1178.0	1182.0	1180.0			14 Peso de la briqueta desplazada (gr)	1179.0	1184.0	1181.0			15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)	697.0	695.0	696.0			16 Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)	482.0	489.0	485.0			17 Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)	2.444	2.417	2.433	2.431		18 % de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)		2.503				19 Peso Especifico Bulk Agregado Total	2.4	3.4	2.8	2.9	3 - 5	20 Peso Especifico Efectivo Agregado total		2.655				21 Asfalto Absorbido por el Agregado		2.729				22 % de Asfalto Efectivo		1.04				23 Relación Polvo/Asfalto		4.41				24 V.M.A.		0.8			0.6 - 1.3	25 % Vacios llenos con C.A.	12.9	13.9	13.3	13.4	14	26 Flujo 0,01"(0,25 mm)	81.7	75.2	78.9	78.6		27 Estabilidad sin corregir (Kg)	18.0	18.0	19.0	18.3	8 - 14	28 Factor de estabilidad	1584	1440	1458			29 Estabilidad Corregida 27 * 28	1.09	1.09	1.09			30 Estabilidad / Flujo	1726	1570	1589	1628	MIN 815		3836	3488	3346	3557	1700 - 4000
BRIQUETA N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.																																																																																																																																																																																																				
1 % C.A. en Peso de la Mezcla																																																																																																																																																																																																									
2 % Grava > N°4 en peso de la Mezcla		5.4																																																																																																																																																																																																							
3 % Arena < N°4 en peso de la Mezcla		37.53																																																																																																																																																																																																							
4 % Cemento portland en peso de la Mezcla		56.61																																																																																																																																																																																																							
5 Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc		0.47																																																																																																																																																																																																							
6 Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc		1.021																																																																																																																																																																																																							
7 Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc		2.701																																																																																																																																																																																																							
8 Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc		2.622																																																																																																																																																																																																							
9 Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc		3.110																																																																																																																																																																																																							
10 Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc		2.745																																																																																																																																																																																																							
11 Altura promedio de la briqueta cm		2.669																																																																																																																																																																																																							
12 Peso de la briqueta al aire (gr)																																																																																																																																																																																																									
13 Peso de la briqueta al agua por 60 (gr)	1178.0	1182.0	1180.0																																																																																																																																																																																																						
14 Peso de la briqueta desplazada (gr)	1179.0	1184.0	1181.0																																																																																																																																																																																																						
15 Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)	697.0	695.0	696.0																																																																																																																																																																																																						
16 Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)	482.0	489.0	485.0																																																																																																																																																																																																						
17 Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)	2.444	2.417	2.433	2.431																																																																																																																																																																																																					
18 % de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)		2.503																																																																																																																																																																																																							
19 Peso Especifico Bulk Agregado Total	2.4	3.4	2.8	2.9	3 - 5																																																																																																																																																																																																				
20 Peso Especifico Efectivo Agregado total		2.655																																																																																																																																																																																																							
21 Asfalto Absorbido por el Agregado		2.729																																																																																																																																																																																																							
22 % de Asfalto Efectivo		1.04																																																																																																																																																																																																							
23 Relación Polvo/Asfalto		4.41																																																																																																																																																																																																							
24 V.M.A.		0.8			0.6 - 1.3																																																																																																																																																																																																				
25 % Vacios llenos con C.A.	12.9	13.9	13.3	13.4	14																																																																																																																																																																																																				
26 Flujo 0,01"(0,25 mm)	81.7	75.2	78.9	78.6																																																																																																																																																																																																					
27 Estabilidad sin corregir (Kg)	18.0	18.0	19.0	18.3	8 - 14																																																																																																																																																																																																				
28 Factor de estabilidad	1584	1440	1458																																																																																																																																																																																																						
29 Estabilidad Corregida 27 * 28	1.09	1.09	1.09																																																																																																																																																																																																						
30 Estabilidad / Flujo	1726	1570	1589	1628	MIN 815																																																																																																																																																																																																				
	3836	3488	3346	3557	1700 - 4000																																																																																																																																																																																																				


Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 5.5. Informe del ensayo Marshall en el diseño MAC N° 01 con el 5.9 % de asfalto.

		INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS						Código:	SI-AT-TA
		I-001-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto						Versión:	V-01
								Fecha:	20/11/2018
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"							
Solicitante	:	Herles Pérez Silva		Institución: Universidad Cesar Vallejo		Especialidad: Ingeniería Civil			
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay							
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto							
Fecha emisión informe	:	20/11/2018							
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)							
Identificación	:	Mezcla de canteras							
Descripción	:	Diseño MAC N° 01							
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	92.1	80.3	60.3	43.0	20.6	13.6	7.1
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 8
BRIOQUETA N°	1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.				
1	% C.A. en Peso de la Mezcla	5.9							
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla	37.33							
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla	56.31							
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla	0.47							
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc	1.021							
6	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc	2.701							
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc	2.622							
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc	3.110							
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc	2.745							
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)	1174.0	1185.0	1187.0					
13	Peso de la briqueta al agua por 60 '(gr)	1175.0	1187.0	1188.0					
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)	691.0	701.0	697.0					
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)	484.0	486.0	491.0					
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)	2.426	2.438	2.418	2.427				
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)	2.486							
18	% de Vacios = (17-16)/(100/17) (ASTM D 3203)	2.4	1.9	2.8	2.4				3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total	2.655							
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total	2.732							
21	Asfalto Absorbido por el Agregado	1.08							
22	% de Asfalto Efectivo	4.87							
23	Relación Polvo/Asfalto	0.7							0.6 - 1.3
24	V.M.A.	14.0	13.6	14.3	14.0				14
25	% Vacios llenos con C.A.	82.5	85.7	80.6	83.0				
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)	19.0	17.0	21.0	19.0				8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)	1446	1552	1457					
28	Factor de estabilidad	1.14	1.09	1.09					
29	Estabilidad Corregida 27 * 28	1648	1691	1588	1642				MIN 815
30	Estabilidad / Flujo	3469	3979	3025	3491				1700 - 4000


Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

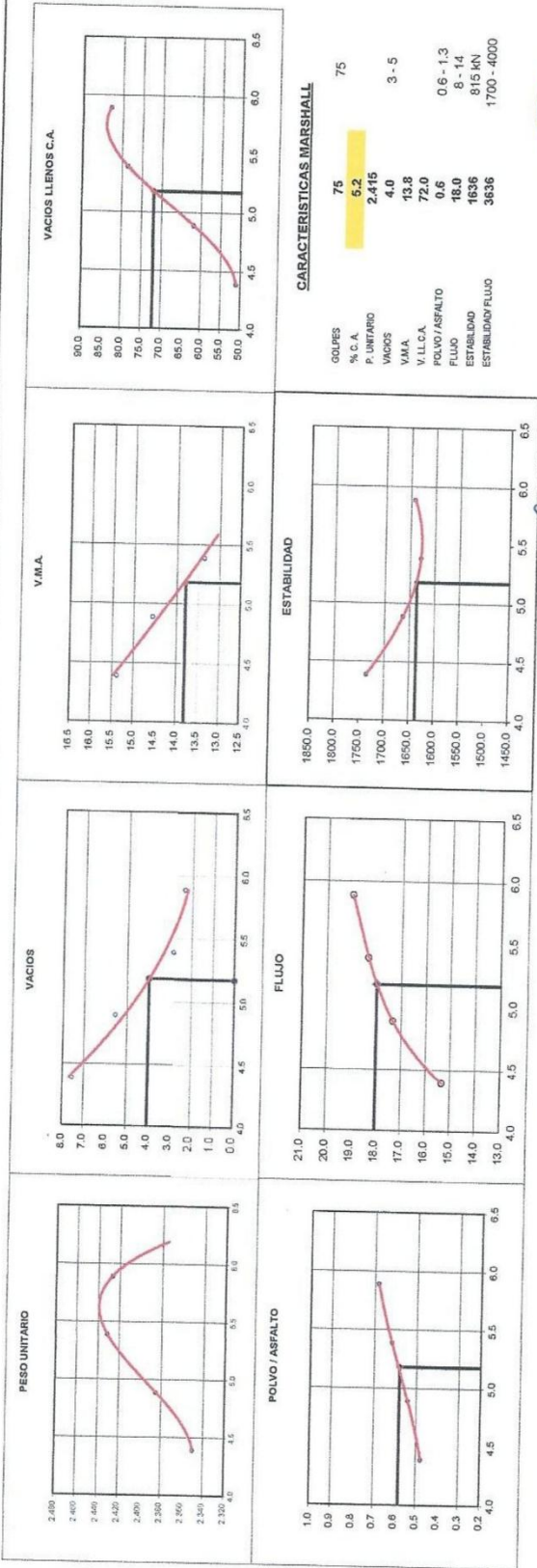

Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Anexo 5.6. Curvas de energía de compactación constante en el diseño MAC N° 01 para la determinación del óptimo contenido de asfalto.

HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.		INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
				Versión:	V-01
				Fecha:	20/11/2018
		I-001-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto			
Asunto	: Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metálica - Lima, 2018"				
Solicitante	: Herles Pérez Silva				
Responsable de asesoría	: Miguel Angel Alfaro Huayanay				
Cargo	: Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto				
Fecha emisión informe	: 20/11/2018				
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)				
Identificación	: Mezcla de canteras				
Descripción	: Diseño MAC N° 01				

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



CARACTERÍSTICAS MARSHALL


GOLPES	75
% C.A.	5.2
P. UNITARIO	2.415
VACIOS	4.0
V.M.A.	13.8
V.L.L.C.A.	72.0
POLVO/ASFALTO	0.6 - 1.3
FLUJO	8 - 14
ESTABILIDAD	1636
ESTABILIDAD FLUJO	3636
	1700 - 4000



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

Naya Zapeta Cuadros
Naya Zapeta Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Anexo 5.7. Informe de ensayo gravedad específica teórica máxima del diseño MAC N° 01.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS				Código:	SI-AT-TA
	I-001-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto				Versión:	V-01
					Fecha:	20/11/2018
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"				
Solicitante	:	Heriés Pérez Silva				
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Institución: Universidad Cesar Vallejo		Especialidad: Ingeniería Civil	
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto				
Fecha emisión informe	:	20/11/2018				
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)				
Identificación	:	Mezcla de canteras				
Descripción	:	Diseño MAC N° 01				
INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)						
MUESTRA N°						
		01	02	03	04	05
PROGRESIVA		MUESTRA DE PRODUCCION				
1.- PESO DEL FRASCO						
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO		8190.0	8190.0	8190.0	8190.0	
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)		7720.9	7716.0	7713.0	7709.0	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA		8913.0	8913.0	8907.0	8905.0	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA		1192.1	1197.0	1184.0	1196.0	
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)		469.1	474.0	477.0	481.0	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)		2.541	2.525	2.503	2.486	
CONTENIDO % C.A.		4.40	4.90	5.40	5.90	

Observaciones :


Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 5.8. Resumen de resultados del diseño MAC N° 01.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-001-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto : Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018" Solicitante : Herles Pérez Silva Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 20/11/2018				
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de canteras Descripción : Diseño MAC N° 01				
DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO (RESUMEN)				

1.- Mezcla de agregados (Dosificación)

Agregado grava triturada TM 1/2"	(Cantera "Carapongo")	: 40 %
Agregado arena triturada	(Cantera "Excalibur")	: 30 %
Agregado arena zarandeada	(Cantera "Gloria")	: 30 %
Agregado escoria metalúrgica	(Acopio "La oroya")	: 0 %
Filler	(Cemento Portland)	: 0.5%
Gradación		: MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)"

2.- Ligante asfáltico

Tipo de asfalto	: PEN 60 / 70
% optimo de asfalto residual	: 5.18 %

3.- Características marshall modificado

Parámetros de diseño	- 0.3 %	% Óptimo	+0.3 %	Especificación EG 2013
GOLPES N°		75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO %		5.18		
PESO UNITARIO kg/m3		2.415		
VACIOS %		4.0		3 - 5
V.M.A. %		13.8		
V.LL.C.A. %		72.0		
POLVO / ASFALTO %		0.58		0.6 - 1.3
FLUJO mm		18.0		8 - 14
ESTABILIDAD kN		1636.0		815
ESTABILIDAD/ FLUJO kg/cm		3635.6		1700 - 4000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Mpa				2.1
RESISTENCIA RETENIDA %				75



 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



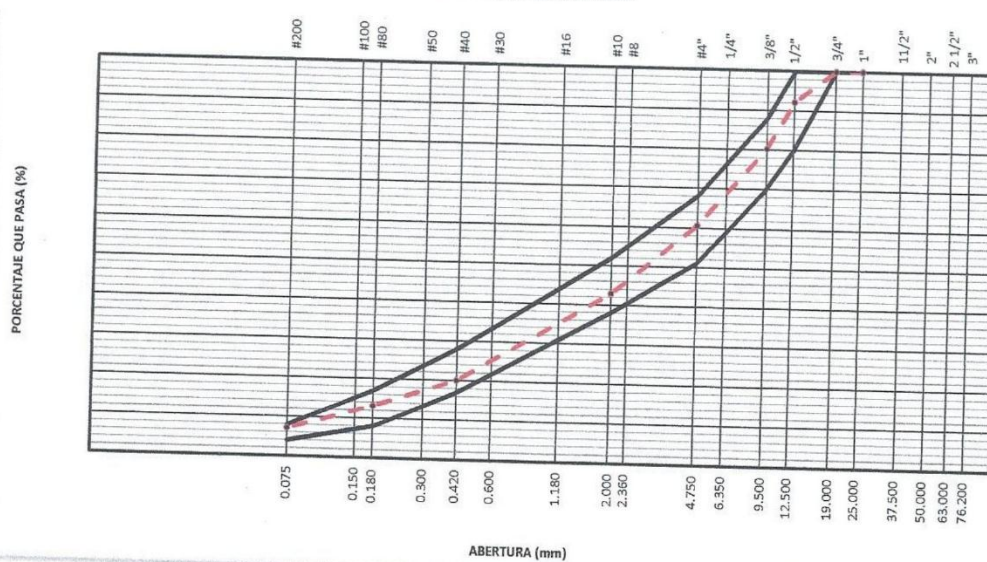
Anexo 6. Resultados de los Ensayos del diseño MAC N°02.

Anexo 6.1. Dosificación y análisis granulométrico del diseño MAC N° 02.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-002-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"			
Solicitante	Herles Pérez Silva			
Responsable de asesoría	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Institución:	Universidad Cesar Vallejo	
Cargo:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto			
Fecha emisión informe	20/11/2018			
Tipo de muestra	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)			
Identificación	Mezcla de canteras			
Descripción	Diseño MAC N° 02			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)				

TAMIZ ASTM	ABERTURA mm	PESO Retenido	PORCENTAJE			FORMULA DE TRABAJO	ESPECIFICACIÓN MAC-2		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			Retenido	Acumuf.	Pasante				
3"	76.200								Peso total : 5952.4 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	468.4	7.9	7.9	92.1		80	100	
3/8"	9.500	702.6	11.8	19.7	80.3		70	88	
1/4"	6.350								
# 4	4.750	1178.3	19.8	39.5	60.5		51	68	
# 8	2.360								
# 10	2.000	1048.3	17.6	57.1	42.9		38	52	
# 16	1.180								
# 30	0.600								
# 40	0.420	1360.7	22.9	79.9	20.1		17	28	
# 80	0.180	410.2	6.9	86.8	13.2		8	17	
# 100	0.150								
# 200	0.075	361.5	6.1	92.9	7.1		4	8	
>200		422.4	7.1	100.0					
Observaciones : Según especificación técnica MTC EG -2013 (Sección 423) Pavimento de concreto asfáltico en caliente. Mezcla agregados diseño asfalto MAC-2 Arena triturada 35.0% Arena zarandeada 26.0% Grava triturada 40.0%									

CURVA GRANULOMETRICA





 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 6.2. Informe del ensayo Marshall en el diseño MAC N° 02 con el 4.4 % de asfalto.


	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS					Código:	SI-AT-TA		
	I-002-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto					Versión:	V-01		
						Fecha:	20/11/2018		
Asunto	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"								
Solicitante	Herles Pérez Sil, Tema de tesis "F Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil"								
Responsable de asesoría	Miguel Angel Alfaro Huayanay								
Cargo	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto								
Fecha emisión informe	20/11/2018								
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)								
Identificación	: Mezcla de canteras								
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	92.1	80.3	60.5	42.9	20.1	13.2	7.1
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				1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					4.4			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					37.73			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					57.87			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc								
6	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc					1.021			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.683			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					2.622			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc								
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.728			
11	Altura promedio de la briqueta cm					2.669			
12	Peso de la briqueta al aire (gr)								
13	Peso de la briqueta al agua por 60'(gr)				1187.0	1189.0	1187.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				1189.0	1190.0	1189.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				666.0	666.0	667.0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				523.0	524.0	522.0		
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)				2.270	2.269	2.274	2.271	
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)					2.496			
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total				9.1	9.1	8.9	9.0	3 - 5
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.646			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					2.674			
22	% de Asfalto Efectivo					0.39			
23	Relación Polvo/Asfalto					4.02			
24	V.M.A.					0.6			0.6 - 1.3
25	% Vacios llenos con C.A.				18.0	18.0	17.8	18.0	14
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				49.7	49.6	50.2	49.8	
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				12.0	13.0	12.0	12.3	8 - 14
28	Factor de estabilidad				1485	1470	1590		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				0.96	1.00	1.00		
30	Estabilidad / Flujo				1406	1470	1590	1489	MIN 815
					4688	4522	5299	4836	1700 - 4000


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 6.3. Informe del ensayo Marshall en el diseño MAC N° 02 con el 4.9 % de asfalto.


		INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-002-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto						Código: SI-AT-TA Versión: V-01 Fecha: 20/11/2018																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Asunto : Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018" Solicitante : Herles Pérez Silva Tema de tesis "F Institución: Universidad Cesar Vallejo Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Especialidad: Ingeniería Civil Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 20/11/2018																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de canteras Descripción : Diseño MAC N° 02																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
INFORME DE ENSAYO MARSHALL (ASTM D1559)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>TAMICES ASTM</th> <th>1"</th> <th>3/4"</th> <th>1/2"</th> <th>3/8"</th> <th>No 4</th> <th>No 10</th> <th>No 40</th> <th>No 80</th> <th>No 200</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>% PASA MATERIAL</td> <td>100</td> <td>100.0</td> <td>92.1</td> <td>80.3</td> <td>60.5</td> <td>42.9</td> <td>20.1</td> <td>13.2</td> <td>7.1</td> </tr> <tr> <td>ESPECIFICACIONES</td> <td>100</td> <td>80 - 100</td> <td>67 - 85</td> <td>60 - 77</td> <td>43 - 61</td> <td>29 - 45</td> <td>14 - 25</td> <td>8 - 17</td> <td>4 - 8</td> </tr> <tr> <td>BRIQUETA N°</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>PROMEDIO</td> <td>ESPECIF.</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td colspan="4">% C.A. en Peso de la Mezcla</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>PROMEDIO</td> <td>ESPECIF.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td colspan="4">% Grava > N°4 en peso de la Mezcla</td> <td></td> <td>4.9</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td colspan="4">% Arena < N°4 en peso de la Mezcla</td> <td></td> <td>37.53</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td colspan="4">% Cemento portland en peso de la Mezcla</td> <td></td> <td>57.57</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td colspan="4">Peso Especifico Aparente del C.A. (Aparente) gr/cc</td> <td></td> <td></td> <td>1.021</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td colspan="4">Peso Especifico de la Grava > N°4 (Bulk) gr/cc</td> <td></td> <td></td> <td>2.683</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td colspan="4">Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc</td> <td></td> <td></td> <td>2.622</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td colspan="4">Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td colspan="4">Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc</td> <td></td> <td></td> <td>2.728</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10</td> <td colspan="4">Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc</td> <td></td> <td></td> <td>2.669</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td colspan="4">Altura promedio de la briqueta cm</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12</td> <td colspan="4">Peso de la briqueta al aire (gr)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>13</td> <td colspan="4">Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)</td> <td>1186.0</td> <td>1185.0</td> <td>1186.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>14</td> <td colspan="4">Peso de la briqueta desplazada (gr)</td> <td>1187.0</td> <td>1186.0</td> <td>1187.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>15</td> <td colspan="4">Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)</td> <td>669.0</td> <td>670.0</td> <td>670.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>16</td> <td colspan="4">Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)</td> <td>518.0</td> <td>516.0</td> <td>517.0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>17</td> <td colspan="4">Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)</td> <td>2.290</td> <td>2.297</td> <td>2.294</td> <td>2.293</td> <td></td> </tr> <tr> <td>18</td> <td colspan="4">% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)</td> <td></td> <td>2.478</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>19</td> <td colspan="4">Peso Especifico Bulk Agregado Total</td> <td>7.6</td> <td></td> <td>7.4</td> <td>7.5</td> <td>3 - 5</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td colspan="4">Peso Especifico Efectivo Agregado total</td> <td></td> <td>2.646</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>21</td> <td colspan="4">Asfalto Absorbido por el Agregado</td> <td></td> <td>2.675</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>22</td> <td colspan="4">% de Asfalto Efectivo</td> <td></td> <td>0.41</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>23</td> <td colspan="4">Relacion Filler/Betun</td> <td></td> <td>4.51</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>24</td> <td colspan="4">V.M.A.</td> <td></td> <td>0.8</td> <td></td> <td></td> <td>0.6 - 1.3</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td colspan="4">% Vacios llenos con C.A.</td> <td>17.7</td> <td>17.5</td> <td>17.6</td> <td>17.6</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td colspan="4">Flujo 0,01"(0,25 mm)</td> <td>57.0</td> <td>58.0</td> <td>57.7</td> <td>57.6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>27</td> <td colspan="4">Estabilidad sin corregir (Kg)</td> <td>13.0</td> <td>13.0</td> <td>13.0</td> <td>13.0</td> <td>8 - 14</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td colspan="4">Factor de estabilidad</td> <td>1445</td> <td>1322</td> <td>1341</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>29</td> <td colspan="4">Estabilidad Corregida 27 * 28</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>30</td> <td colspan="4">Estabilidad / Flujo</td> <td>1445</td> <td>1322</td> <td>1341</td> <td>1369</td> <td>MIN 815</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4446</td> <td>4067</td> <td>4125</td> <td>4213</td> <td>1700 - 4000</td> </tr> </tbody> </table>										TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200	% PASA MATERIAL	100	100.0	92.1	80.3	60.5	42.9	20.1	13.2	7.1	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				1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.	2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					4.9				3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					37.53				4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					57.57				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 del Cemento Portland (Aparente) gr/cc									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)									13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1186.0	1185.0	1186.0			14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				1187.0	1186.0	1187.0			15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				669.0	670.0	670.0			16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				518.0	516.0	517.0			17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)				2.290	2.297	2.294	2.293		18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)					2.478				19	Peso Especifico Bulk Agregado Total				7.6		7.4	7.5	3 - 5	20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.646				21	Asfalto Absorbido por el Agregado					2.675				22	% de Asfalto Efectivo					0.41				23	Relacion Filler/Betun					4.51				24	V.M.A.					0.8			0.6 - 1.3	25	% Vacios llenos con C.A.				17.7	17.5	17.6	17.6	14	26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				57.0	58.0	57.7	57.6		27	Estabilidad sin corregir (Kg)				13.0	13.0	13.0	13.0	8 - 14	28	Factor de estabilidad				1445	1322	1341			29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1.00	1.00	1.00			30	Estabilidad / Flujo				1445	1322	1341	1369	MIN 815						4446	4067	4125	4213	1700 - 4000
TAMICES ASTM	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 80	No 200																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
% PASA MATERIAL	100	100.0	92.1	80.3	60.5	42.9	20.1	13.2	7.1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
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				1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					4.9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					37.53																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					57.57																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
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 del Cemento Portland (Aparente) gr/cc																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
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)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1186.0	1185.0	1186.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				1187.0	1186.0	1187.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				669.0	670.0	670.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				518.0	516.0	517.0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)				2.290	2.297	2.294	2.293																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)					2.478																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total				7.6		7.4	7.5	3 - 5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.646																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					2.675																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
22	% de Asfalto Efectivo					0.41																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
23	Relacion Filler/Betun					4.51																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
24	V.M.A.					0.8			0.6 - 1.3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
25	% Vacios llenos con C.A.				17.7	17.5	17.6	17.6	14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				57.0	58.0	57.7	57.6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				13.0	13.0	13.0	13.0	8 - 14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
28	Factor de estabilidad				1445	1322	1341																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1.00	1.00	1.00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
30	Estabilidad / Flujo				1445	1322	1341	1369	MIN 815																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
					4446	4067	4125	4213	1700 - 4000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 6.4. Informe del ensayo Marshall en el diseño MAC N° 02 con el 5.4 % de asfalto.


		INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-002-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto					Código:	SI-AT-TA	
							Versión:	V-01	
							Fecha:	20/11/2018	
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"							
Solicitante	:	Herles Pérez Silva Tema de tesis "F Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil"							
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay							
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto							
Fecha emisión informe	:	20/11/2018							
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)							
Identificación	:	Mezcla de canteras							
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	92.1	80.3	60.5	42.9	20.1	13.2	7.1
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					5.4			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					37.34			
4	% Cemento portland en peso de la Mezcla					57.26			
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 del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
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)								
13	Peso de la briqueta al agua por 60" (gr)				1189.0	1186.0	1188.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				1190.0	1187.0	1188.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				678.0	679.0	678.0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				512.0	508.0	510.0		
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)				2.322	2.335	2.329	2.329	
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)					2.453			
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total				5.3	4.8	5.0	5.1	3 - 5
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.646			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					2.666			
22	% de Asfalto Efectivo					0.29			
23	Relacion Filler/Betun					5.13			
24	V.M.A.					0.7			0.6 - 1.3
25	% Vacios llenos con C.A.				17.0	16.5	16.7	16.7	14
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				68.7	70.9	70.0	69.8	
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				14.0	13.0	14.0	13.7	8 - 14
28	Factor de estabilidad				1430	1284	1485		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				0.95	1.00	1.00		
30	Estabilidad / Flujo				1373	1264	1485	1374	MIN 815
					3922	3889	4242	4018	1700 - 4000


Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 6.5. Informe del ensayo Marshall en el diseño MAC N° 02 con el 5.9 % de asfalto.


		INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-002-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto					Código:	SI-AT-TA	
							Versión:	V-01	
							Fecha:	20/11/2018	
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"							
Solicitante	:	Herles Pérez Silh Tema de tesis "F Institución: Universidad Cesar Vallejo" Especialidad: Ingeniería Civil							
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay							
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto							
Fecha emisión informe	:	20/11/2018							
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)							
Identificación	:	Mezcla de canteras							
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	92.1	80.3	60.5	42.9	20.1	13.2	7.1
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					5.9			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					37.14			
4	% Cemento Portland en peso de la Mezcla					56.96			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.(Aparente) gr/cc					0.00			
6	Peso Especifico de la Grava > N°4" (Bulk) gr/cc					1.021			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.683			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc					2.622			
9	Peso Especifico de la Grava > N°4 (Aparente) gr/cc					3.110			
10	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Aparente) gr/cc					2.728			
11	Altura promedio de la briqueta cm					2.669			
12	Peso de la briqueta al aire (gr)								
13	Peso de la briqueta al agua por 60'(gr)				1189.0	1188.0	1190.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				1190.0	1189.0	1190.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				680.0	679.0	678.0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				510.0	510.0	512.0		
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)				2.331	2.329	2.324	2.328	
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)					2.439			
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total				4.4	4.5	4.7	4.5	3 - 5
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.646			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					2.671			
22	% de Asfalto Efectivo					0.36			
23	Relacion Filler/Betun					5.56			
24	V.M.A.					0.8			0.6 - 1.3
25	% Vacios llenos con C.A.				17.1	17.2	17.3	17.2	14
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				74.2	73.9	72.9	73.7	
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				16.0	15.0	16.0	15.7	8 - 14
28	Factor de estabilidad				1323	1117	1082		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1.00	1.00	1.00		
30	Estabilidad / Flujo				1323	1117	1662	1367	MIN 815
					3307	2979	4156	3481	1700 - 4000


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

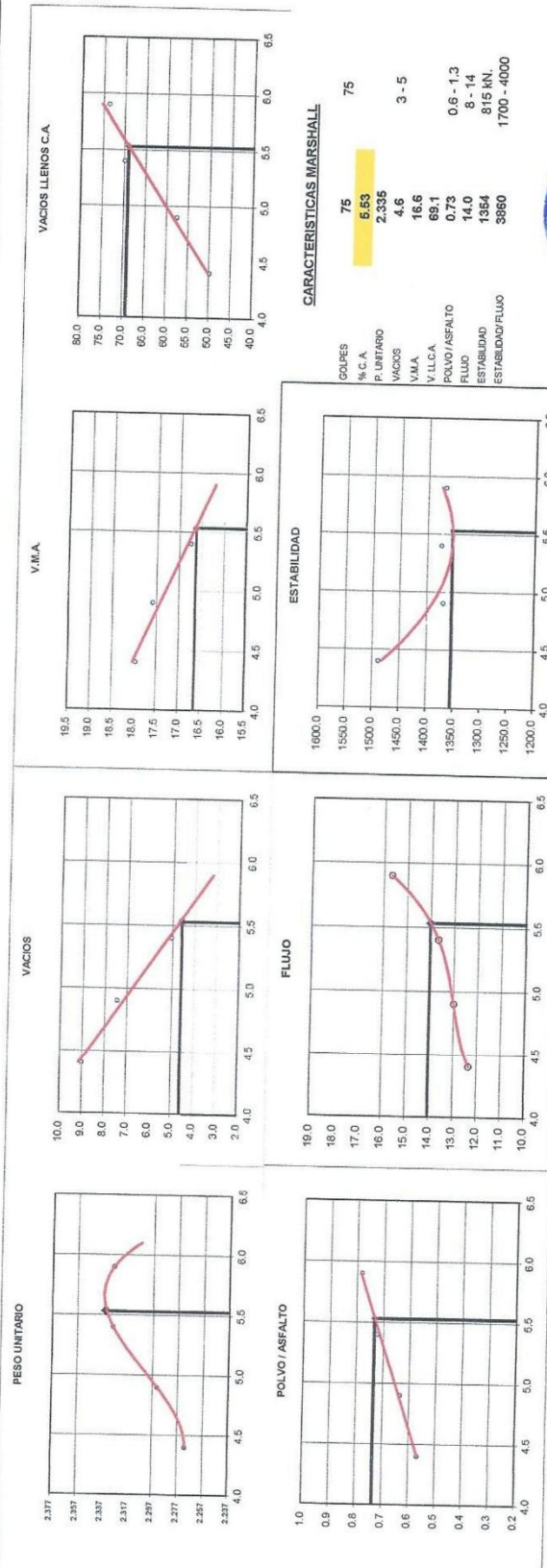

 Miguel Ángel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Anexo 6.6. Curva de energía de compactación constante en el diseño MAC N° 02 para la determinación del óptimo contenido de asfalto.

		INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
		I-002-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
				Fecha:	20/11/2018
Asunto	: Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"				
Solicitante	: Tema de tesis "Propiedades de mezclas - Institución: Universidad Cesar Vallejo"				
Responsable de asesoría	: Miguel Angel Alfaro Huayanay				
Cargo:	: Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto				
Fecha emisión informe	: 20/11/2018				
Tipo de muestra	: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)				
Identificación	: Mezcla de cancheros				
Descripción	: Diseño MAC N° 02				

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



Miguel Angel Alfaro Huayanay

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

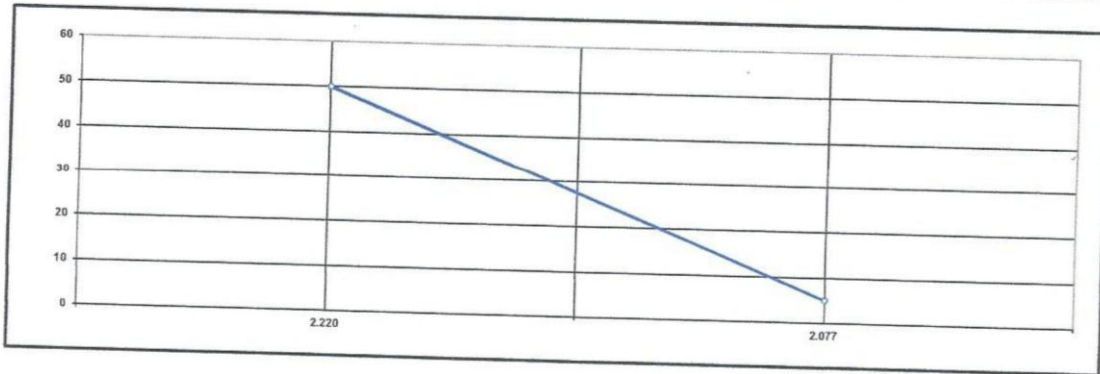
Naya Zapata Cuadros

Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASSESORES Y CONSULTORES S.A.C.

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

Anexo 6.7. Informe de ensayo Índice de compatibilidad.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-002-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"		
Solicitante	:	Herles Pérez Silva	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		
Fecha emisión informe	:	20/11/2018		
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)		
Identificación	:	Mezcla de canteras		
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	1189.9	1190.2	1190.5	1199.6
3.- Peso por Desplazamiento	653.4	659.9	632.5	624.9
4.- Volumen de la Briqueta	536.5	530.3	567.0	574.8
5.- Peso Unitario (Gr./cc)	2.205	2.235	2.093	2.061
PROMEDIOS	2.220	2.077		

2.220	2.077
50	5

1
0.143
GEB(50) - GEB(5)


IC =	7.00
------	------


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 6.8. Informe de ensayo de resistencia conservada (AASHTO T 283).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS			Código:	SI-AT-TA	
	I-002-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto			Versión:	V-01	
				Fecha:	20/11/2018	
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"				
Solicitante	:	Herles Pérez Silva	Institución:	Universidad Cesar Vallejo	Especialidad: Ingeniería Civil	
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay				
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto				
Fecha emisión informe	:	20/11/2018				
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)				
Identificación	:	Mezcla de canteras				
Descripción	:	Diseño MAC N° 02				
INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA CONSERVADA (AASHTO T283)						
	N° DE PROBETAS	Grupo seco			Grupo húmedo	
		01	02	03	04	05
1	Diametro	10.15	10.17		10.15	10.15
2	Espesor	6.69	6.71		6.70	6.73
3	Contenido de Cemento Asfáltico	5.53	5.53		5.53	5.53
4	Peso Probeta al Aire	1184.0	1183.6		1187.6	1186.1
5	Peso de la Probeta Saturada (01 Hora)	1185.6	1184.7		1188.5	1187.6
6	Peso de la Probeta en el Agua	668.2	667.3		669.8	665.8
7	Volumen de la Probeta	517.4	517.4		518.7	521.8
8	Peso Especifico Bulk de la Probeta	2.288	2.288		2.290	2.273
9	% de Vacíos = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)	6.7	6.7		6.6	7.3
10	Estabilidad sin corregir	236	263		214	213
11	Factor Estabilidad	1.00	1.00		1.00	1.00
12	Estabilidad corregida (kg)	236	263		214	213
13	Resistencia a la compresión	2.2	2.5			
14	Resistencia retenida	81	81			
15	Promedio Estabilidad (30 Minutos) (kg)	250				
16	Promedio Estabilidad (24 Horas) (kg)					213
17	Resistencia conservada (%)	85			213	


Observaciones :


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 6.9. Informe de ensayo Gravedad Específica Teórica Máxima (ASTM D 2041).

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS				Código:	SI-AT-TA
	I-002-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto				Versión:	V-01
					Fecha:	20/11/2018
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"				
Solicitante	:	Herles Pérez Silv Tema de tesis "Propia Institución: Universidad Cesar Vallejo" Especialidad: Ingeniería Civil				
Responsable de asesoría	:	Miguel Ángel Alfaro Huayanay				
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto				
Fecha emisión informe	:	20/11/2018				
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)				
Identificación	:	Mezcla de canteras				
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		8190.0	8190.0	8190.0	8190.0	
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)		7712.0	7709.0	7704.0	7700.0	
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA		8905.0	8901.0	8896.0	8895.0	
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA		1193.0	1192.0	1192.0	1195.0	
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)		478.0	481.0	486.0	490.0	
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)		2.496	2.478	2.453	2.439	
CONTENIDO % C.A.		4.40	4.90	5.40	5.90	


Observaciones :


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 6.10. Resumen de resultados del diseño MAC N° 02.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-002-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"		
Solicitante	:	Herles Pérez Silva	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		
Fecha emisión informe	:	20/11/2018		
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)		
Identificación	:	Mezcla de canteras		
Descripción	:	Diseño MAC N° 02		
DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO (RESUMEN)				

1.- Mezcla de agregados (Dosificación)

Agregado grava triturada TM 1/2"	(Cantera "Carapongo")	: 40 %
Agregado arena triturada	(Cantera "Excalibur")	: 35 %
Agregado arena zarandeada	(Cantera "Gloria")	: 25 %
Agregado escoria metalúrgica	(Acopio "La oroya")	: 0 %
Filler	(Cemento Portland)	: 0 %
Gradación		: MAC-2 "Especificación técnica MTC EG -2013 sección (423)"

2.- Ligante asfáltico

Tipo de asfalto	: PEN 60 / 70
% optimo de asfalto residual	: 5.53%

3.- Características marshall modificado

Parámetros de diseño		- 0.3 %	% Óptimo	+0.3 %	Especificación EG 2013
GOLPES	N°		75.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO	%	5.23	5.53	5.83	
PESO UNITARIO	kg/m3	2.319	2.335	2.333	
VACIOS	%	5.7	4.6	3.5	3 - 5
V.M.A.	%	17.0	16.6	16.3	
V.L.L.C.A.	%	64.1	69.1	74.1	
POLVO / ASFALTO	%	0.7	0.7	0.8	0.6 - 1.3
FLUJO	mm	13.4	14.0	15.3	8 - 14
ESTABILIDAD	kN	1358.8	1353.8	1369.1	815
ESTABILIDAD/ FLUJO	kg/cm	4067.4	3859.6	3575.8	1700 - 4000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Mpa		2.3		2.1
RESISTENCIA RETENIDA	%		90		75


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



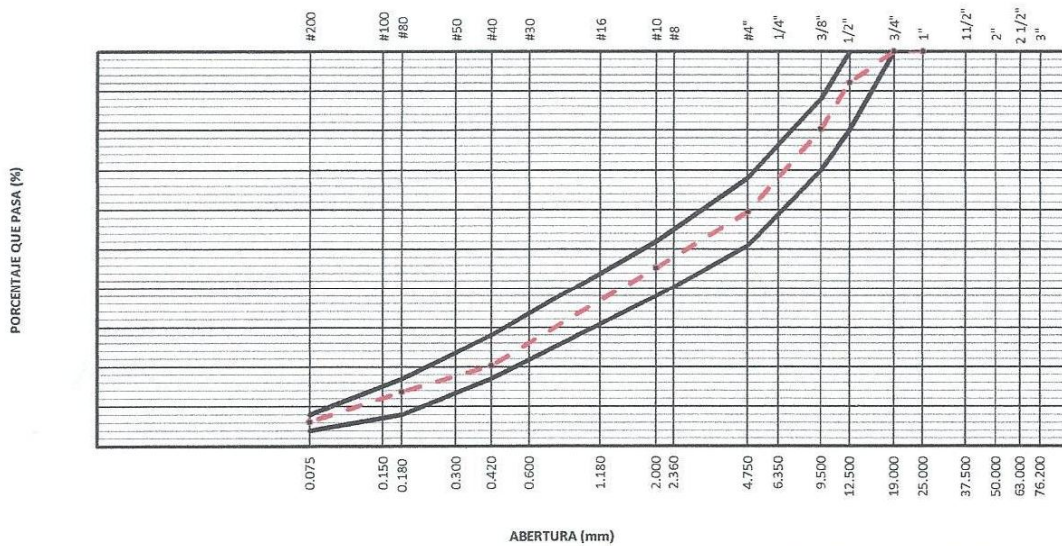
Anexo 7. Resultados de los ensayos variando porcentajes de escoria metálica.

Anexo 7.1. Gradación N° 01 adicionando 10% de escoria metálica.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-003-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto : Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metálica - Lima, 2018" Solicitante : Herles Pérez Silva Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Cargo: Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 20/11/2018				
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de canteras Descripción : Gradación N°01 adicionando 10% de escoria metálica				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)				

TAMIZ	ABERTURA	PESO	PORCENTAJE				FORMULA DE TRABAJO	ESPECIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
			Retenid.	Retenido	Acumul.	Pasante		MAC-2		
ASTM	mm									
3"	76.200									Peso total 6196.6 g
2 1/2"	63.000									Fracción finos : 0.0 g
2"	50.000									
1 1/2"	37.500									
1"	25.000									
3/4"	19.000				100.0		100	100		
1/2"	12.500	487.6	7.9	7.9	92.1		80	100		
3/8"	9.500	731.4	11.8	19.7	80.3		70	88		
1/4"	6.350									
# 4	4.750	1292.0	20.9	40.5	59.5		51	68		Observaciones :
# 8	2.360									Según especificación técnica MTC EG -2013 (Sección 423)
# 10	2.000	876.4	14.1	54.7	45.3		38	52		Pavimento de concreto asfáltico en caliente.
# 16	1.180									Mezcla agregados diseño asfalto MAC-2
# 30	0.600									
# 40	0.420	1549.2	25.0	79.7	20.3		17	28		Arena Zarandeada 50.0%
# 80	0.180	413.3	6.7	86.3	13.7		8	17		Escoria metálica 10.0%
# 100	0.150									Grava triturada 40.0%
# 200	0.075	464.9	7.5	93.8	6.2		4	8		
>200		381.7	6.2	100.0						

CURVA GRANULOMETRICA





Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 7.2. Informe del ensayo Marshall Gradación N° 01 con el 10% de escoria.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS						Código:	SI-AT-TA	
	I-003-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto						Versión:	V-01	
							Fecha:	20/11/2018	
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"							
Solicitante	:	Herles Pérez Silva	Institución: Universidad Cesar Vallejo			Especialidad: Ingeniería Civil			
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay							
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto							
Fecha emisión informe	:	20/11/2018							
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)							
Identificación	:	Mezcla de canteras							
Descripción	:	Gradación N°01 adicionando 10% de escoria metalúrgica							
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	92.1	80.3	59.5	45.3	20.3	13.7	6.2
ESPECIFICACIONES	100	80 - 100	67 - 85	60 - 77	43 - 61	29 - 45	14 - 25	8 - 17	4 - 6
BRIQUETA N°					1	2	3	PROMEDIO	ESPECIF.
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					5.53			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					38.28			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					56.19			
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					2.683			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.622			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
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)				1193.0	1193.0	1194.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1194.0	1193.0	1194.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				701.0	695.0	700.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				493.0	498.0	494.0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.420	2.396	2.417	2.411	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.527			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				4.2	5.2	4.3	4.6	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.647			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.765			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.65			
22	% de Asfalto Efectivo					3.97			
23	Relación Polvo/Asfalto					0.6			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				13.6	14.5	13.7	14.0	14
25	% Vacios llenos con C.A.				69.0	64.2	68.4	67.2	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				18.0	17.0	18.0	17.7	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1441	1448	1429		
28	Factor de estabilidad				1.09	1.04	1.09		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1571	1506	1557	1544	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				3490	3542	3461	3498	1700 - 4000




Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



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

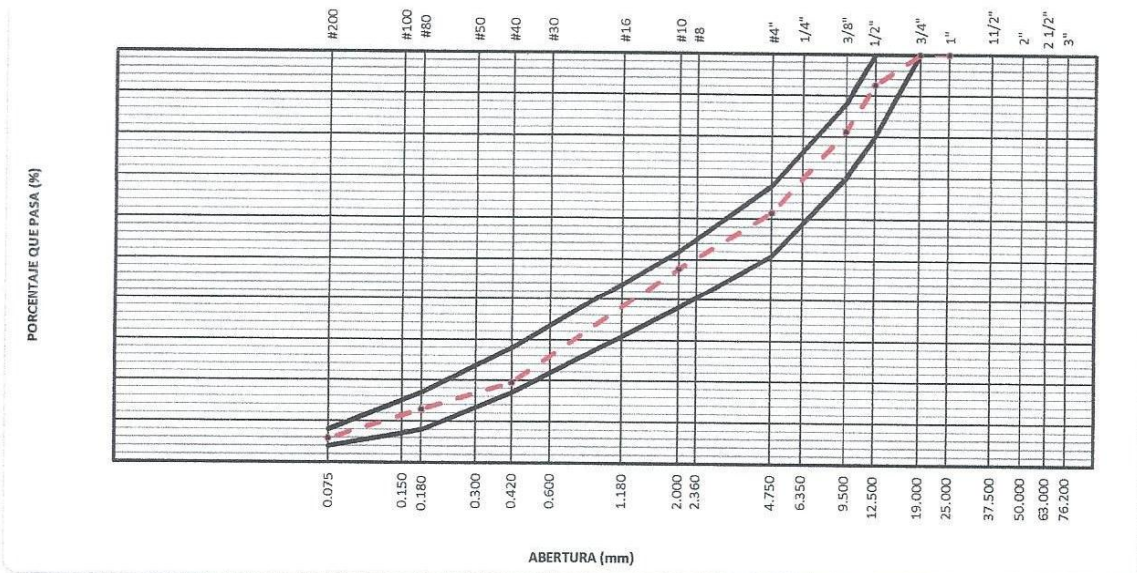


Anexo 7.3. Gradación N° 02 adicionando 15 % de escoria metálica.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-003-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto : Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metálica - Lima, 2018" Solicitante : Herles Pérez Silva Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Cargo: Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 20/11/2018				
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de canteras Descripción : Gradación N°02 adicionando 15% de escoria metálica				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)				

TAMIZ	ABERTURA	PESO	PORCENTAJE			FORMULA DE TRABAJO	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			Retenido	Retenido	Acumul.			
ASTM	mm	Retenido.	Retenido	Acumul.	Pasante	MAC-2		
3"	76.200							
2 1/2"	63.000							Peso total 6196.6 g
2"	50.000							Fracción finos : 0.0 g
1 1/2"	37.500							
1"	25.000							
3/4"	19.000				100.0	100	100	
1/2"	12.500	463.2	7.5	7.5	92.5	80	100	
3/8"	9.500	694.8	11.2	18.7	81.3	70	88	
1/4"	6.350							
# 4	4.750	1229.4	19.8	38.5	61.5	51	68	Observaciones :
# 8	2.360							Según especificación técnica MTC EG -2013 (Sección 423)
# 10	2.000	850.6	13.7	52.3	47.7	38	52	Pavimento de concreto asfáltico en caliente.
# 16	1.180							Mezcla agregados diseño asfalto MAC-2
# 30	0.600							
# 40	0.420	1754.1	28.3	80.6	19.4	17	28	Arena zarandeada 47.0%
# 60	0.180	405.3	6.5	87.1	12.9	8	17	Escoria metálica 16.0%
# 100	0.150							Grava triturada 38.0%
# 200	0.075	438.3	7.1	94.2	5.8	4	8	
>200		360.8	5.8	100.0				

CURVA GRANULOMETRICA





Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 7.4. Informe del ensayo Marshall Gradación N° 02 con el 15% de escoria.

		INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-003-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto					Código:	SI-AT-TA	
							Versión:	V-01	
							Fecha:	20/11/2018	
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"							
Solicitante	:	Herles Pérez Silva	Institución: Universidad Cesar Vallejo			Especialidad: Ingeniería Civil			
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay							
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto							
Fecha emisión informe	:	20/11/2018							
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)							
Identificación	:	Mezcla de canteras							
Descripción	:	Gradación N°02 adicionando 15% de escoria metalúrgica							
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	92.5	81.3	61.5	47.7	19.4	12.9	5.8
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					5.53			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					36.40			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					58.07			
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					2.683			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.622			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
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)				1187.0	1192.0	1189.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60' (gr)				1188.0	1193.0	1190.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				695.0	702.0	700.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				493.0	491.0	490.0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.408	2.428	2.427	2.421	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.545			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				5.4	4.6	4.7	4.9	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.646			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.788			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.98			
22	% de Asfalto Efectivo					3.66			
23	Relacion Filler/Betun					0.6			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				14.0	13.3	13.4	13.6	14
25	% Vacios llenos con C.A.				61.6	65.4	65.2	64.1	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				14.0	14.0	14.0	14.0	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1070	1070	1310		
28	Factor de estabilidad				1.09	1.09	1.09		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1166	1166	1428	1254	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				3333	3332	4081	3582	1700 - 4000




Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



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



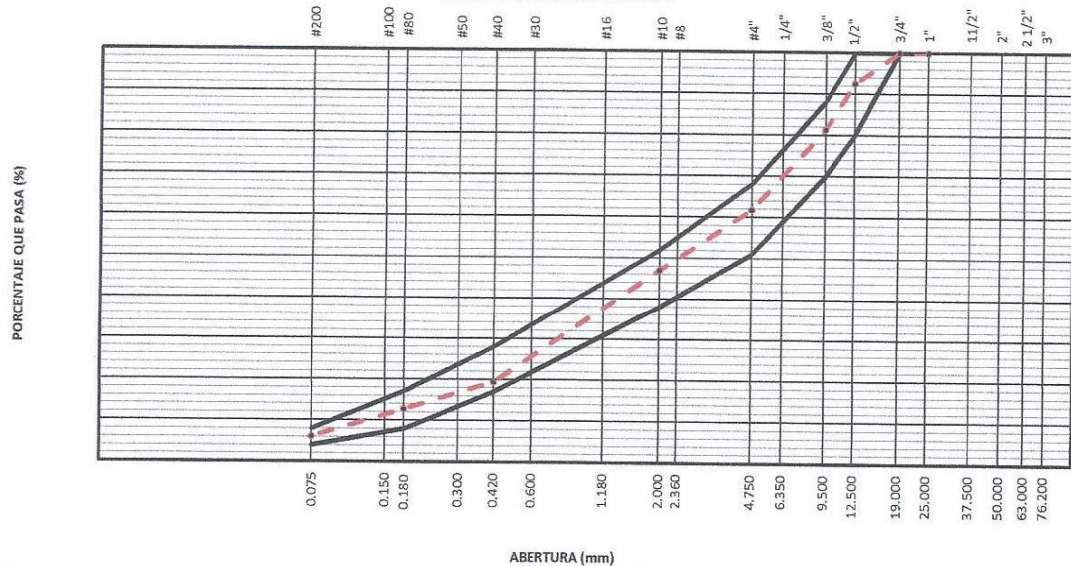
Anexo 7.5. Gradación N° 03 adicionando 12 % de escoria metalúrgica.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-003-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"		
Solicitante	:	Herles Pérez Silva	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Cargo:	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		
Fecha emisión informe	:	20/11/2018		
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)		
Identificación	:	Mezcla de canteras		
Descripción	:	Gradación N°3 adicionando 12% de escoria metalúrgica		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM C136)

TAMIZ	ABERTURA mm	PESO Retenid.	PORCENTAJE			FORMULA DE TRABAJO	ESPECIFICACION		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			Retenido	Acumul.	Pasante		MAC-2		
3"	76.200								
2 1/2"	63.000								Peso total 7217.0 g
2"	50.000								Fracción finos : 0.0 g
1 1/2"	37.500								
1"	25.000								
3/4"	19.000				100.0		100	100	
1/2"	12.500	539.5	7.5	7.5	92.5		80	100	
3/8"	9.500	809.3	11.2	18.7	81.3		70	88	
1/4"	6.350								
# 4	4.750	1410.4	19.5	38.2	61.8		51	68	
# 8	2.360								Observaciones :
# 10	2.000	1063.9	14.7	53.0	47.0		38	52	Según especificación técnica MTC EGI-2013 (Sección 423)
# 16	1.180								Pavimento de concreto asfáltico en caliente.
# 30	0.600								Mezcla agregados diseño asfalto MAC-2
# 40	0.420	1993.4	27.6	80.6	19.4		17	28	Arena triturada 10.0%
# 80	0.180	477.4	6.6	87.2	12.8		8	17	Arena zarandeada 40.0%
# 100	0.150								Escoria metalúrgica 12.0%
# 200	0.075	482.5	6.7	93.9	6.1		4	8	Grava triturada 38.0%
>200		440.7	6.1	100.0					

CURVA GRANULOMETRICA





 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 7.6. Informe del ensayo Marshall Gradación N° 03 con el 12% de escoria.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS						Código:	SI-AT-TA	
	I-003-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto						Versión:	V-01	
							Fecha:	20/11/2018	
Asunto	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"								
Solicitante	Herles Pérez Silva		Institución: Universidad Cesar Vallejo			Especialidad: Ingeniería Civil			
Responsable de asesoría	Miguel Angel Alfaro Huayanay								
Cargo	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto								
Fecha emisión informe	20/11/2018								
Tipo de muestra	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)								
Identificación	Mezcla de canteras								
Descripción	Gradación N°03 adicionando 12% de escoria metalúrgica								
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	92.5	81.3	61.8	47.0	19.4	12.8	6.1
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					5.53			
2	% Grava > N°4 en peso de la Mezcla					36.12			
3	% Arena < N°4 en peso de la Mezcla					58.35			
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					2.683			
7	Peso Especifico de la Arena < N°4 (Bulk) gr/cc					2.622			
8	Peso Especifico del Cemento Portland (Aparente) gr/cc								
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)				1189.0	1191.0	1188.0		
13	Peso de la briqueta al agua por 60'(gr)				1190.0	1192.0	1189.0		
14	Peso de la briqueta desplazada (gr)				694.0	690.0	692.0		
15	Volumen de la briqueta por desplazamiento (cc) = (13-14)				496.0	502.0	497.0		
16	Peso especifico Bulk de la Briqueta = (12/15)				2.397	2.373	2.390	2.387	
17	Peso Especifico Maximo - Rice (ASTM D 2041)					2.519			
18	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)				4.8	5.8	5.1	5.3	3 - 5
19	Peso Especifico Bulk Agregado Total					2.645			
20	Peso Especifico Efectivo Agregado total					2.756			
21	Asfalto Absorbido por el Agregado					1.54			
22	% de Asfalto Efectivo					4.07			
23	Relacion Filler/Betun					0.7			0.6 - 1.3
24	V.M.A.				14.4	15.3	14.6	14.8	14
25	% Vacios llenos con C.A.				66.4	61.9	65.1	64.5	
26	Flujo 0,01"(0,25 mm)				14.0	14.0	15.0	14.3	8 - 14
27	Estabilidad sin corregir (Kg)				1321	1436	1539		
28	Factor de estabilidad				1.04	1.04	1.04		
29	Estabilidad Corregida 27 * 28				1374	1493	1600	1489	MIN 815
30	Estabilidad / Flujo				3925	4267	4268	4153	1700 - 4000



Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



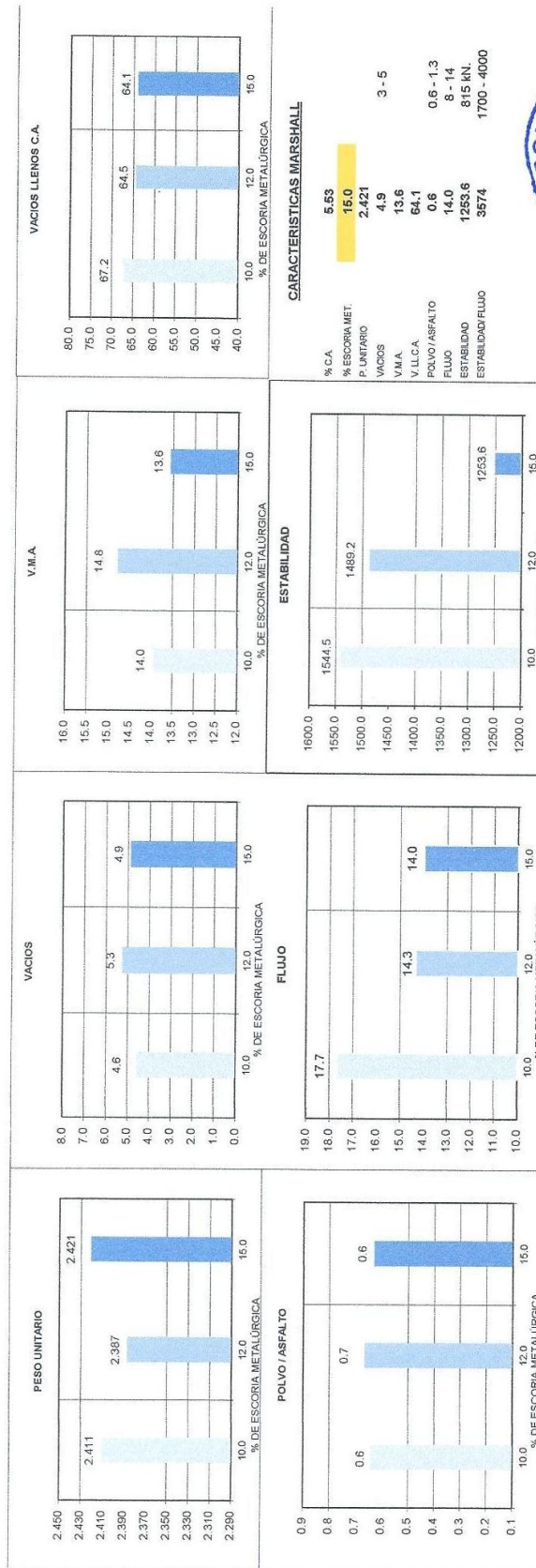
Miguel Angel Alfaro Huayanay
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



Anexo 7.7. Comparativo de diseños con diferentes porcentajes de escoria metalúrgica mediante gráficos de barra.

HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.		INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
				Versión:	V-01
				Fecha:	20/11/2018
I-003-2018-SI-AT- Tesis-Asfalto					
Asunto	: Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"				
Solicitante	: Herles Pérez Silva				
Responsable de asesoría	: Miguel Angel Alfaro Huayanay				
Cargo	: Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto				
Fecha emisión informe	: 20/11/2018				
Tipo de muestra		: Mezcla asfáltica en caliente (MAC)			
Identificación		: Variación de % de escoria metalúrgicas.			
Descripción		: 10% - 12% - 15%			

**COMPARATIVO DE DISEÑOS CON VARIACIÓN DE % DE ESCORIA METALÚRGICA
GRÁFICOS DE BARRAS**



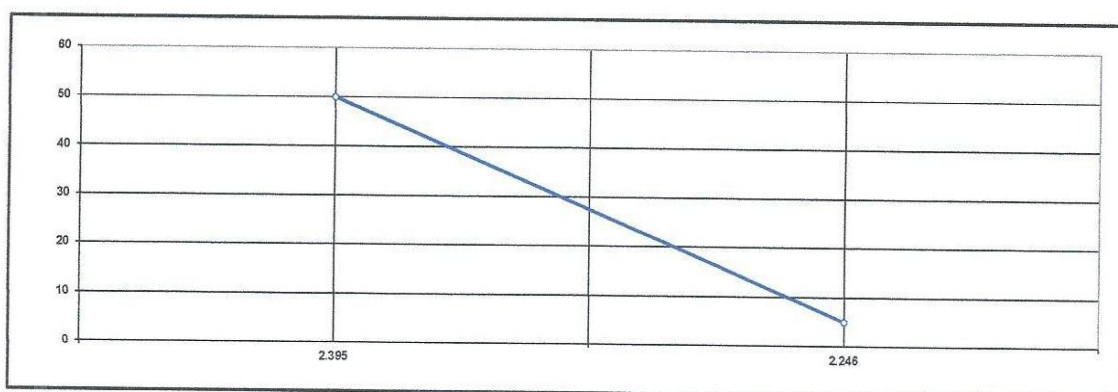
Miguel Angel Alfaro Huayanay
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

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 7.8. Informe del ensayo Índice de Compatibilidad Gradación N° 02 con el 15% de escoria.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-003-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"		
Solicitante	:	Herles Pérez Silva	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		
Fecha emisión informe	:	20/11/2018		
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)		
Identificación	:	Mezcla de canteras		
Descripción	:	Gradación N°02 adicionando 15% de escoria metalúrgica		
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	1199.4	1189.2	1206.2	1198.4
2.- Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca	1206.2	1196.1	1212.3	1207.6
3.- Peso por Desplazamiento	707.8	697.0	677.2	672.0
4.- Volumen de la Briqueta	498.5	499.1	535.1	535.6
5.- Peso Unitario (Gr./cc)	2.406	2.383	2.254	2.238
PROMEDIOS	2,395		2,246	

2,395	2,246
50	5

1
0.149
GEB(60) - GEB(5)


IC =	6.73
------	------


 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


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



Anexo 7.9. Informe de ensayo de resistencia conservada (AASHTO T 283) con el 15% de escoria.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS I-003-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto			Código:	SI-AT-TA		
				Versión:	V-01		
				Fecha:	20/11/2018		
Asunto : Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018" Solicitante : Herles Pérez Silva Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 20/11/2018							
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de canteras Descripción : Gradación N°02 adicionando 15% de escoria metalúrgica							
INFORME DE ENSAYO DE RESISTENCIA CONSERVADA (AASHTO T283)							
		Grupo seco			Grupo húmedo		
	N° DE PROBETAS	01	02	03	04	05	06
1	Diametro	10.16	10.17		10.15	10.17	
2	Espesor	6.66	6.68		6.67	6.69	
3	Contenido de Cemento Asfáltico	5.53	5.53		5.53	5.53	
4	Peso Probeta al Aire	1190.7	1187.6		1187.6	1189.9	
5	Peso de la Probeta Saturada (01 Hora)	1192.0	1188.7		1188.5	1190.2	
6	Peso de la Probeta en el Agua	689.9	687.3		687.4	688.5	
7	Volumen de la Probeta	502.0	501.4		501.0	501.6	
8	Peso Especifico Bulk de la Probeta	2.372	2.369		2.370	2.372	
9	% de Vacios = (17-16)x100/17 (ASTM D 3203)	6.8	6.9		6.9	6.8	
10	Estabilidad sin corregir	394	363		326	337	
11	Factor Estabilidad	1.04	1.04		1.04	1.04	
12	Estabilidad corregida (kg)	410	378		339	350	
13	Resistencia a la compresión	3.9	3.5				
14	Resistencia retenida	83	93				
15	Promedio Estabilidad (30 Minutos) (kg)		394				
16	Promedio Estabilidad (24 Horas) (kg)					345	
17	Resistencia conservada (%)						87

Observaciones :




 Naya Zapata Cuadros
 Gerente General
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



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



Anexo 7.10. Informe del ensayo, gravedad específica teórica máxima 10%, 15% y 12% de escoria.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS			Código:	SI-AT-TA
	I-003-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto			Versión:	V-01
				Fecha:	20/11/2018
Asunto : Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018" Solicitante : Herles Pérez Silva Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil Responsable de asesoría : Miguel Angel Alfaro Huayanay Cargo : Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto Fecha emisión informe : 20/11/2018					
Tipo de muestra : Mezcla asfáltica en caliente (MAC) Identificación : Mezcla de canteras Descripción : k					
INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA TEÓRICA MÁXIMA (ASTM D2041)					
MUESTRA	Escoria metalúrgica 10%	Escoria metalúrgica 15%	Escoria metalúrgica 12%		
1.- PESO DEL FRASCO	6047.0	6047.0	6047.0		
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA+ VIDRIO	8190.0	8190.0	8190.0		
3.- DIFERENCIA DEL PESO (04) - (05)	7719.0	7722.0	7716.0		
4.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	8909.0	8913.0	8910.0		
5.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1190.0	1191.0	1194.0		
6.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	471.0	468.0	474.0		
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (5) / (6)	2.527	2.545	2.519		
CONTENIDO % C.A.	5.53	5.53	5.53		

Observaciones :



Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



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



Anexo 7.11. Resumen de resultados de las Gradaciones con escoria.

	INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS		Código:	SI-AT-TA
	I-003-2018-SI-AT-Tesis-Asfalto		Versión:	V-01
			Fecha:	20/11/2018
Asunto	:	Tema de tesis "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica - Lima, 2018"		
Solicitante	:	Herles Pérez Silva	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable de asesoría	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Cargo	:	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto		
Fecha emisión informe	:	20/11/2018		
Tipo de muestra	:	Mezcla asfáltica en caliente (MAC)		
Identificación	:	Mezcla de canteras		
Descripción	:	Gradaciones variando el % de escoria metalúrgica		
DISEÑO DE MEZCLA EN CALIENTE MÉTODO ILLINOIS - MARSHALL MODIFICADO (RESUMEN)				

1.- Mezcla de agregados (Dosificación)

Agregado grava triturada TM 1/2"	(Cantera "Carapongo")
Agregado arena triturada	(Cantera "Excalibur")
Agregado arena zarandeada	(Cantera "Gloria")
Agregado escoria metalúrgica	(Acopio "La oroya")
Filler	(Cemento Portland)
Gradación	

	N°01	N°02	N°03
	: 40 %	: 38 %	: 38 %
	: 0 %	: 0 %	: 10 %
	: 50 %	: 47 %	: 25 %
	: 10 %	: 15 %	: 12 %
	: 0 %	: 0 %	: 0 %

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

2.- Ligante asfáltico

Tipo de asfalto	: PEN 60 / 70
% optimo de asfalto residual	: 5.53%

3.- Características marshall modificado

Parámetros de diseño		N°01	N°02	N°03	Especificación EG 2013
		Escoria metalúrgica 10%	Escoria metalúrgica 15%	Escoria metalúrgica 12%	
GOLPES	N°		0.0		75
CEMENTO ASFÁLTICO	%	5.53	0.00	5.53	
PESO UNITARIO	kg/m3	2.411	2.421	2.387	
VACIOS	%	4.6	4.9	5.3	3 - 5
V.M.A.	%	14.0	13.6	14.8	
V. L.L.C.A.	%	67.2	64.1	64.5	
POLVO / ASFALTO	%	0.6	0.6	0.7	0.6 - 1.3
FLUJO	mm	17.7	14.0	14.3	8 - 14
ESTABILIDAD	kN	1544.5	1253.6	1489.2	815
ESTABILIDAD/ FLUJO	kg/cm	3497.8	3581.8	4153.2	1700 - 4000
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Mpa		3.7		2.1
RESISTENCIA RETENIDA	%		88		75



Naya Zapata Cuadros
Gerente General
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.



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



Anexo 8. Presupuesto para diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica.

ANALISIS DE COSTO UNITARIO - m2						ANALISIS DE COSTO UNITARIO - m3							
PREPARACION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE						PREPARACION DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE							
Rendimiento: 3,800.00 m2/día						Rendimiento: 193.04 m3/día							
e = 2"						e = 2"							
DENOMINACION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUB-TOTAL	DENOMINACION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	SUB-TOTAL		
MANO DE OBRA						MANO DE OBRA							
CAPATAZ	HH	1	0.0021053	15.66	0.03	CAPATAZ	HH	1	0.0414422	15.66	0.65		
OFICIAL	HH	2	0.0042105	12.06	0.05	OFICIAL	HH	2	0.0828844	12.06	1.00		
PEON	HH	16	0.0336842	10.89	0.37	PEON	HH	16	0.6630750	10.89	7.22		
HERRAMIENTAS						HERRAMIENTAS							
HERRAMIENTAS MANUALES	%		5.00	0.4506	0.02	HERRAMIENTAS MANUALES	%		5.00	8.8695	0.44		
MATERIALES						MATERIALES							
ARENA TRITURADA	m3		0.049	70.00	3.43	ARENA TRITURADA	m3		0.86	37.00	31.82		
CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	gl		2.00	8.40	16.80	CEMENTO ASFALTICO PEN 60/70	gl		38.00	8.40	319.20		
ARENA ZARANDEADA	m3		0.07	0.52	0.04	ARENA ZARANDEADA	m3		22.00	0.52	11.44		
ESCORIA METALURGICA	m3		0.01	0.00	0.00	ESCORIA METALURGICA	m3		9.70	0.00	0.00		
PIEDRA CHANCADA 3/8" - 1/2"	m3		0.03	40.00	1.20	PIEDRA CHANCADA 3/8" - 1/2"	m3		0.54	40.00	21.60		
MAQUINARIA						MAQUINARIA							
CALENTADOR DE ACEITE	HM	1	0.0021053	11.47	0.02	CALENTADOR DE ACEITE	HM	1	0.0414422	11.47	0.48		
CARGADOR FRONTAL 125-155 HP 3YD	HM	1	0.0021053	108.00	0.23	CARGADOR FRONTAL 125-155 HP 3Y	HM	1	0.0414422	108.00	4.48		
CONSUMO ENERGIA ELECTRICA	KWH	1	0.0021053	500.00	1.05	CONSUMO ENERGIA ELECTRICA	KWH	1	0.0414422	500.00	20.72		
PLANTA ASFALTICA EN CALIENTE	HM	1	0.0021053	800.00	1.68	PLANTA ASFALTICA EN CALIENTE	HM	1	0.0414422	800.00	33.15		
SECADOR DE ARIDOS	HM	1	0.0021053	13.34	0.03	SECADOR DE ARIDOS	HM	1	0.0414422	13.34	0.55		
COSTO DIRECTO /m2						COSTO DIRECTO /m3							
24.96						452.75							
GASTOS GENERALES	10	%			2.50	GASTOS GENERALES	10	%			45.28		
SUB TOTAL					27.45	SUB TOTAL					498.03		
I.G.V.	18	%			4.94	I.G.V.	18	%			89.64		
COSTO TOTAL /m2						COSTO TOTAL /m3							
32.39						587.67							
PARA UN AREA DE 1.00 m2						PARA UN VOLUMEN DE 1.00 m3							
e = 2"						e = 2"							
MATERIALES	Und	por m2	Area	Cant. Total	P. UNIT	MATERIALES	Und	por m3	Volumen	Cant. Total	P. UNIT		
CEMENTO ASF. PEN 60/70	gl	2.00	1.00	2.00	8.40	16.80	CEMENTO ASF. PEN 60/70	gl	38.00	1.00	38.00	8.40	319.20
ARENA ZARANDEADA	m3	0.07	1.00	0.07	0.52	0.04	ARENA ZARANDEADA	m3	22.00	1.00	22.00	0.52	11.44
ESCORIA METALURGICA	m3	0.01	1.00	0.01	0.00	0.00	ESCORIA METALURGICA	m3	9.70	1.00	9.70	0.00	0.00
PIEDRA CHANCADA 3/8" - 1/2"	m3	0.03	1.00	0.03	40.00	1.20	PIEDRA CHANCADA 3/8" - 1/2"	m3	0.54	1.00	0.54	40.00	21.60
COSTO DIRECTO /m2						COSTO DIRECTO /m3							
18.04						352.24							
GASTOS GENERALES		%			0.00	GASTOS GENERALES		%			0.00		
SUB TOTAL					18.04	SUB TOTAL					352.24		
I.G.V. 19%					3.43	I.G.V. 19%					66.93		
COSTO TOTAL /m2						COSTO TOTAL /m3							
21.46						419.17							
EL PAGO EN EFECTIVO SERA PARA LOS SIGUIENTES						EL PAGO EN EFECTIVO SERA PARA LOS SIGUIENTES							
DENOMINACION	Und	Cuadrilla/m2	Cantidad/Area	Precio	Sub total	DENOMINACION	Und	Cuadrilla/m3	Cantidad/Volumen	Precio	Sub total		
MANO DE OBRA						MANO DE OBRA							
CAPATAZ	HH	0.0021053	1.00	15.66	0.03	CAPATAZ	HH	0.0414422	1.00	15.66	0.65		
OFICIAL	HH	0.0042105	1.00	12.06	0.05	OFICIAL	HH	0.0828844	1.00	12.06	1.00		
PEON	HH	0.0336842	1.00	10.89	0.37	PEON	HH	0.6630750	1.00	10.89	7.22		
HERRAMIENTAS						HERRAMIENTAS							
HERRAMIENTAS MANUALES	%		5.00	0.45	0.02	HERRAMIENTAS MANUALES	%		5.00	8.87	0.44		
MATERIALES						MATERIALES							
ARENA TRITURADA	m3	0.05	1.00	37.00	1.81	ARENA TRITURADA	m3	0.97	1.00	37.00	35.89		
PIEDRA CHANCADA 3/8" - 1/2"	m3	0.03	1.00	40.00	1.20	PIEDRA CHANCADA 3/8" - 1/2"	m3	0.54	1.00	40.00	21.60		
MAQUINARIA						MAQUINARIA							
CALENTADOR DE ACEITE	HM	0.0021053	1.00	11.47	0.02	CALENTADOR DE ACEITE	HM	0.0414422	1.00	11.47	0.48		
CARGADOR FRONTAL 125-155 HP 3YD.S.3	HM	0.0021053	1.00	108.00	0.23	CARGADOR FRONTAL 125-155 HP 3YD.S.3	HM	0.0414422	1.00	108.00	4.48		
CONSUMO ENERGIA ELECTRICA	KWH	0.0021053	1.00	500.00	1.05	CONSUMO ENERGIA ELECTRICA	KWH	0.0414422	1.00	500.00	20.72		
PLANTA ASFALTICA EN CALIENTE	HM	0.0021053	1.00	800.00	1.68	PLANTA ASFALTICA EN CALIENTE	HM	0.0414422	1.00	800.00	33.15		
SECADOR DE ARIDOS	HM	0.0021053	1.00	13.34	0.03	SECADOR DE ARIDOS	HM	0.0414422	1.00	13.34	0.55		
COSTO DIRECTO /m2						COSTO DIRECTO /m3							
6.50						126.18							
GASTOS GENERALES		%			0.00	GASTOS GENERALES		%			0.00		
SUB TOTAL					6.50	SUB TOTAL					126.18		
I.G.V.	19	%			1.24	I.G.V.	19	%			23.97		
COSTO TOTAL /m2						COSTO TOTAL /m3							
7.74						150.16							

Anexo 9. Informe de Ensayo (Asfáltico Sólido PEN 60 / 70).



INFORME DE ENSAYO (ASFALTO SÓLIDO 60/70 PEN) N° SRCO-LAB-2573-2018

FECHA DE REPORTE: 04.10.2018	FECHA DE RECEPCIÓN 03.10.2018	CÓDIGO DE MUESTRA : 18003			
HORA DE RECEPCIÓN: 14:40 HORAS	PROCEDENCIA: "JEFATURA OPERACIONES"	BUQUE/TANQUE: -----			
TANQUE DE MUESTREO : 9	VOLUMEN CERTIFICADO: -----	DESTINO: "PLANTA CONCHÁN"			
ENSAYOS	MÉTODO ASTM ^(A)	OTRO MÉTODO	RESULTADOS DEL ANALISIS	ESPECIFICACIONES MIN. MAX.	
PENETRACIÓN:					
a 25°C, 100 gr, 5 seg., 1/10 mm	D 5-13		62	60	70
DUCTILIDAD:					
a 25°C, 5 cm/min, cm	D 113-07		>150	100	
FLUIDEZ:					
- Viscosidad Cinemática a 100°C, cSt	D 2170-10		4110	Reportar	
- Viscosidad Cinemática a 135°C, cSt	D 2170-10		399	200	
SOLUBILIDAD:					
Solubilidad en Tricloroetileno, % masa	D 2042-15		99.7	99	
VOLATILIDAD:					
Punto de Inflamación, C.O.C., °C	D 92-16b		290	232	
DENSIDAD:					
Gravedad API a 60°F, °API	D 70-09 ¹		6.8	Reportar	
Gravedad Específica a 60/60°F	D 70-09 ¹		1.023	Reportar	
SUSCEPTIBILIDAD TÉRMICA:					
Punto de Ablandamiento, °C	D 36-14e1		50.0	Reportar	
Índice de Penetración			-0.7	-1	+1
Efecto de Calor y Aire (Película Fina):	D 1754-09(2014)				
- Cambio de Masa, % masa del Original			0.09	0.8	
- Penetración Retenida, % del Original	D 5-13		68	52	
- Ductilidad a 25°C, 5 cm/min, cm	D 113-07		57	50	
ADHERENCIA:					
Revestimiento y Desprendimiento, %	D 3625-12		> 95	Reportar	

OBSERVACIONES:

- LOS RESULTADOS CORRESPONDEN SÓLO A LA MUESTRA ANALIZADA.
- LA MUESTRA FUE PROPORCIONADA POR EL CLIENTE.
La temperatura óptima de mezcla para este producto se encuentra entre 141 y 155°C
Se adjunta Carta Viscosidad - Temperatura.
- (A): American Society for Testing and Materials.

ORIGINAL : CLIENTE	ELABORADO POR: JUAN CORONADO CRUZ Ficha 56869	APROBADO POR: MANUEL FIGUEROA DUTHURBURU FICHA N° 55130 COP N° 932
COPIA 1 : ARCHIVO GENERAL DE		
COPIA 2: INFORME DE ENSAYO DE		

SRCOLAB-PT-010-F-06, Rev. 5

Pag 1 de 2

----- FIN DE INFORME -----
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN AUTORIZACIÓN DE PETROPERÚ

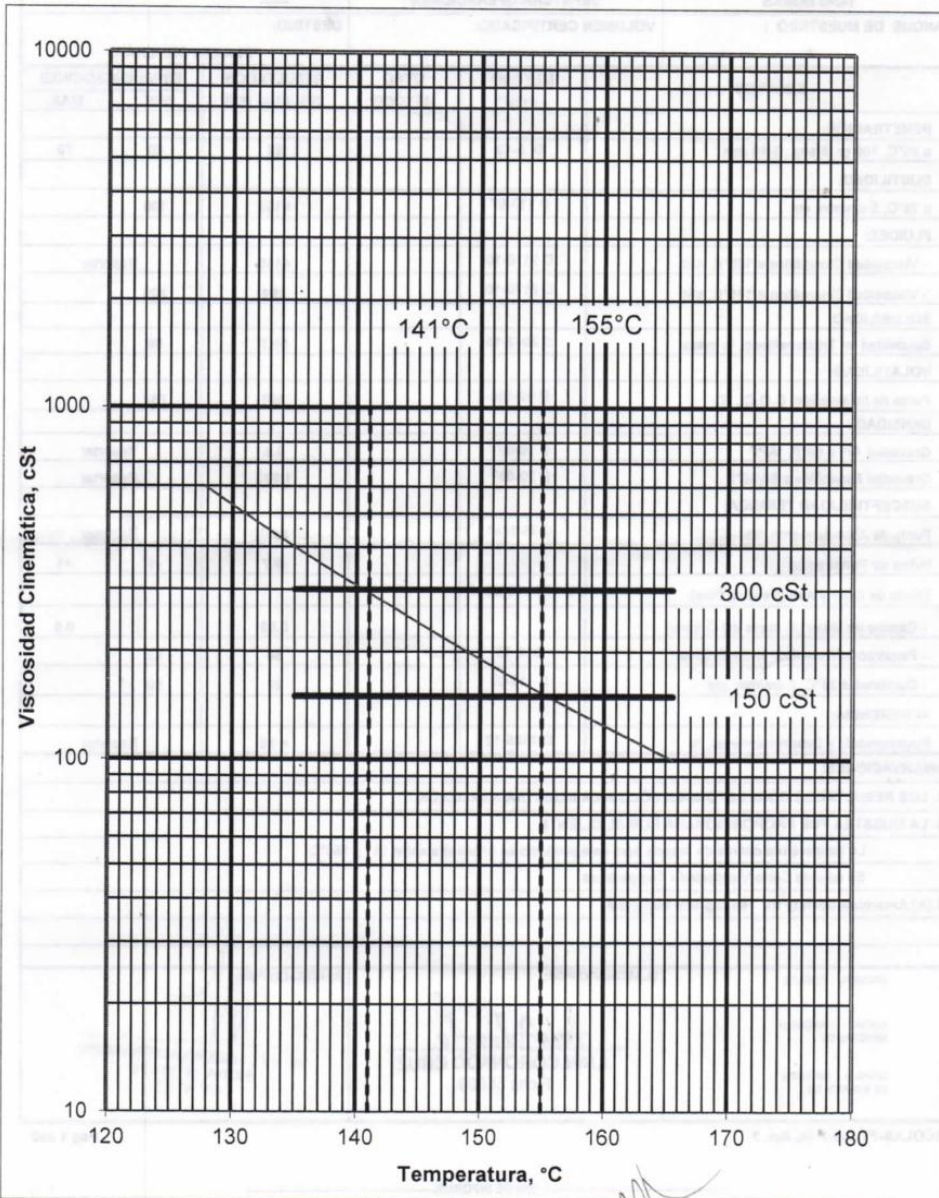
Anexo 9.1. Carta de viscosidad -Temperatura ASTM D 34.



INFORME DE ENSAYO (ASFALTO SÓLIDO 60/70 PEN)

Nº SRCO-LAB-2573-2018

Carta Viscosidad - Temperatura ASTM D 341
Rango de Temperatura Optima de Mezcla
TQ. 9 - C. A. 60 / 70 PEN. - 03.10.2018 - 14:40 horas



Juan Coronado Cruz
 JUAN CORONADO CRUZ
 Ficha 55869

Michael Figuerola Duthurburu
 MICHAEL FIGUEROLA DUTHURBURU
 FICHA N° 55130
 COP N° 937

Pag 2 de 2

Anexo 10. Certificado de calibración, balanza digital.



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

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 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 : 2100 gr.
Marca : OHAUS
Modelo : PAJ2102
Serie : 8332050495
Fecha de Calibración : 20.11.2017
Próxima Calibración : 20.05.2018

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

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 gr. + 0.0020

PATRONES

01 Pesa de 10 kg, 01 Pesa de 5 kg, 01 Pesa de 1 kgr, 01 Pesa 500 gr, 01 Jgo. 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 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.



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nro 270-17 BAL

Fecha 20/11/2017
Caduca 20/05/2018

RAZON SOCIAL : CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A
 Marca : OHAUS CLASE : II
 Modelo : PAJ2102 CAPACIDAD : 2100 g
 Serie : 8332050495 DIVIS DE ESCALA : 0.1 g
 DIVIS DE VERIFICACION : 0.1 g

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
 Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 56551

Medición		Carga L1 = 1000			Medición		Carga L1 = 2100		
Nro	I (g)	AL (g)	E (g)		Nro	I (g)	AL (g)	E (g)	
1	1000.00	1.5	1.5		1	2099.97	2	2	
2	1000.00	1.5	1.5		2	2099.97	2	2	
3	1000.00	1.5	1.5		3	2099.97	2	2	
4	1000.00	1.5	1.5		4	2099.97	2	2	
5	1000.00	1.5	1.5		5	2099.97	2	2	
6	1000.00	1.5	1.5		6	2099.97	2	2	
7	1000.00	1.5	1.5		7	2099.97	2	2	
8	1000.00	1.5	1.5		8	2099.97	2	2	
9	1000.00	1.5	1.5		9	2099.97	2	2	
10	1000.00	1.5	1.5		10	2099.97	2	2	

CARGA	DIFERENCIA MAXIMA ENCONTRADA	ERRORES MAXIMOS PERMISIBLES
1000 g	0 g	0.5 g
2500 g	-0.03 g	1 g

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posic. de Carga	Determinación de error corregido Eo				Determinación de error corregido Eo					e.m.p + (g)
	Carga Min	I (g)	AL (g)	E (g)	Carga L	I (g)	AL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	1 g	1.0	0	0	200 g	200.00	0	0	0	0.1
2		1.0	0	0		200.00	0	0	0	0.1
3		1.0	0	0		200.00	0	0	0	0.1
4		1.0	0	0		200.00	0	0	0	0.1
5		1.0	0	0		200.00	0	0	0	0.1

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES					DECRECIENTES					e.m.p + (g)
	I (g)	AL (g)	E (g)	Ec (g)		I (g)	AL (g)	E (g)	Ec (g)		
0.5	0.50	0	0	0		0.50	0	0	0	0.1	
1	1.00	0	0	0		1.00	0	0	0	0.1	
2	2.00	0	0	0		2.00	0	0	0	0.1	
5	5.00	0	0	0		5.00	0	0	0	0.1	
10	10.00	0	0	0		10.00	0	0	0	0.1	
20	20.00	0	0	0		20.00	0	0	0	0.1	
50	50.00	0	0	0		50.00	0	0	0	0.1	
100	100.00	0	0	0		100.00	0	0	0	0.1	
200	200.00	0	0	0		200.00	0	0	0	0.1	
500	500.00	0	0	0		500.00	0	0	0	0.1	
1000	1000.00	0	0	0		#####	0	0	0	0.1	
2000	1999.98	0	0	0		#####	0	0	0	0.1	
2500	2099.97	0	0	0		#####	0	0	0	0.1	



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CERTIFICADO N° 014-17 BM

**CALIBRACIÓN DE CONSERVADOR BAÑO
MARIA**

SOLICITANTE: CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.

EQUIPO:

Marca : HUMBOLDT
Modelo : H-1390
Procedencia : U.S.A.
Cámara : 30 lt.
SERIE : CASA1273-11092
Punto de Operación : 60 °C
Punto de Operación : 25 °C

FECHA:

Huachipa, 20 de Octubre del 2017.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Luis Taboada Palacios
Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

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

Dirección La Calibración se efectuó en Cañete.

2. EQUIPO : **Conservador Baño Maria.**

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

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

 Ing. Luis Taboada Pclacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 56551

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 termocuplas Tipo "T"
- Calibrador de Temperatura: Marca MMC, Mod. SESAME, N/S 12020. (5 sensores). Con termocuplas 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 (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 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

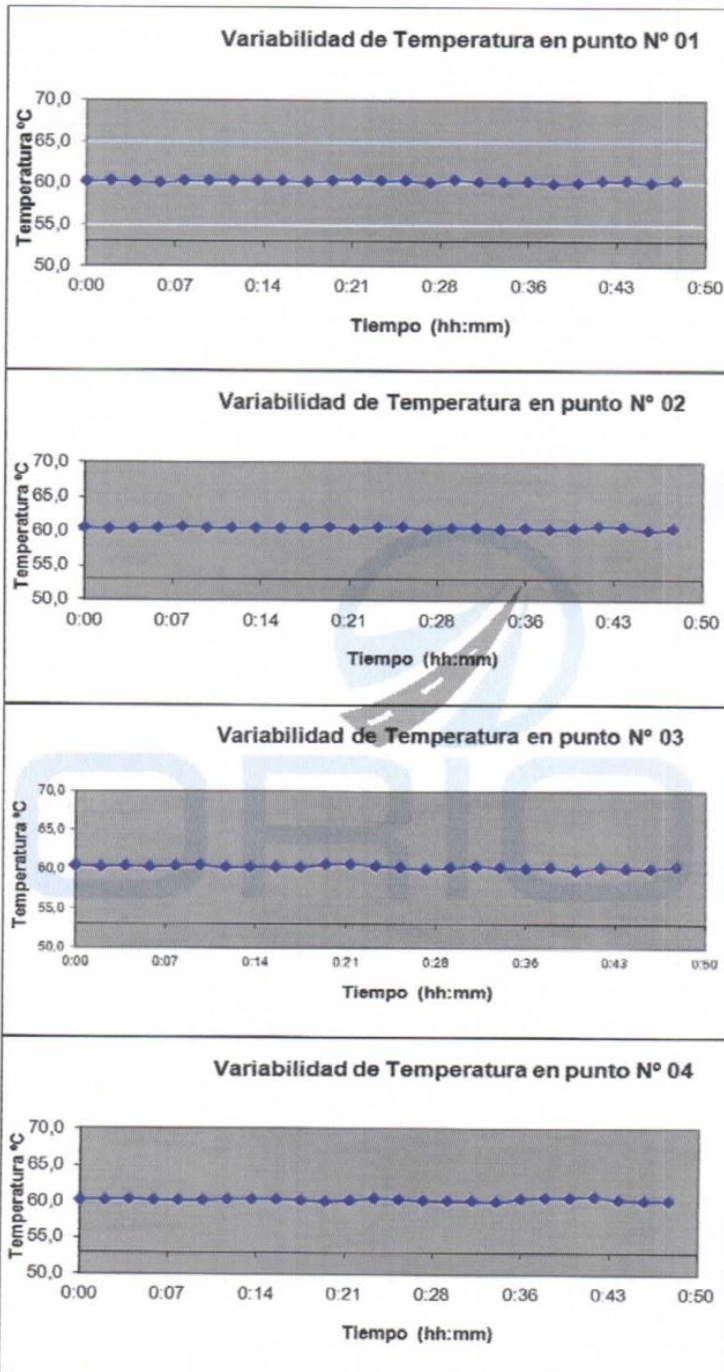
ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °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	59,9	60,1	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	60,1	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	59,9	60,3	60,1	60,6	60,7	60,3	0,8
0:40	53	60,0	60,4	59,8	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	60,6	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.	53,0	60,2	60,4	60,2	60,3	60,7	60,4	
T. MAX.	53,0	60,4	60,7	60,6	60,7	61,1		
T. MIN.	53,0	59,9	60,1	59,8	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.

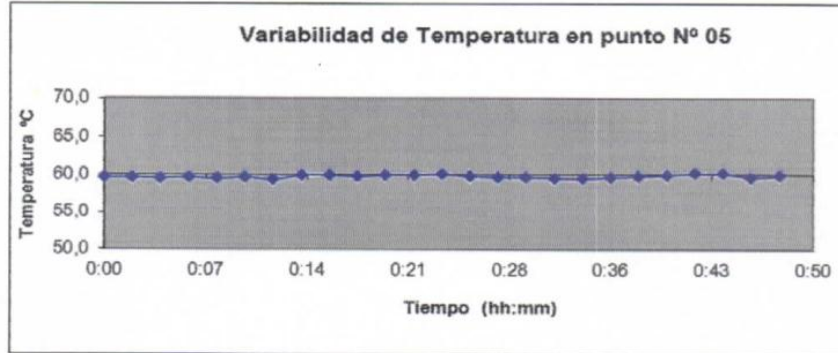
Ing. Luis Taboada Palacios

Los Huertos de Huanchipa Mz. E Lt. 15, Lurigancho H. 15011, Lima 15 Perú | Tel: 971 0531 - 371 0475 | Entel: 971 707 204 - 936 601 894 - 945 101 989

VENTAS@orionrep.com | www.orionrep.com

Página

GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 60 °C



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO

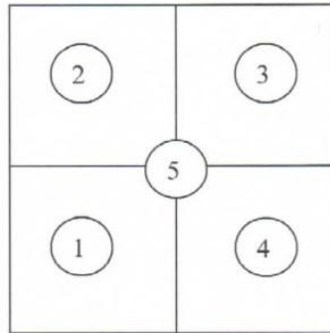
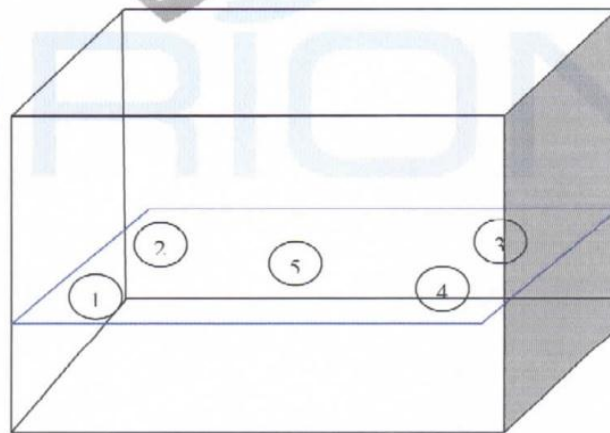


GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56553

Anexo 12. Certificado de calibración del cronómetro.



SERVICIO DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 23210-233-CLW-2014

Expediente : 840-6460-2014

Página : 1 de 2

Fecha de emisión : 2014-01-13

- 1. SOLICITANTE :** CONSTRUCCIÓN Y ADMINISTRACIÓN S.A.
DIRECCIÓN : REAL VIAL 6 CAÑETE, SAN VICENTE DE CAÑETE-CAÑETE-LIMA
- 2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** CRONÓMETRO
MARCA : Q&Q
MODELO : NO INDICA
N° DE SERIE : NO INDICA
ALCANCE DE ESCALA : 9h 59' 59" 99
DIVISIÓN DE ESCALA : 0,01 " s
PRECISIÓN : NO INDICA
PROCEDECENCIA : CHINA
IDENTIFICACIÓN : 026-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 PCI-016: Procedimiento de Calibración de Cronómetros y temporizadores". de Advanced Metrology S.A.C.

5. PATRÓN DE MEDICIÓN.

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	N° DE CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CRONÓMETRO	CASIO	HS-70W	LTF-100-2013	SNM-INDECOPI
BAROTERMOHIGRÓMETRO	CONTROL COMPANY	4195CC	LT-657-2012	SNM-INDECOPI

6. CONDICIONES AMBIENTALES.
 La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:
 Temperatura: 27,0 °C a 27,9 °C Humedad Relativa: 40% a 41% Presión atmosférica : 1001 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 Toledo Baca
Gerencia Técnica

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

Jr. Nte. Aristides del Carpio N° 1626 Urb. Los Cipreces - Cercado de Lima, Lima - Perú Telf.: 564-5937 / 564-2046 / 564-0612 / 564-5244 Telefax: (511) 564-5492
 RPM: # 677755 RPC: 963754100 Nextel: 116*7242 E-mail: ventas@ametrology.pe / www.ametrology.com



SERVICIO DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO

Certificado N° : 23210-233-CLW-2014

Página : 2 de 2

RESULTADOS			
VALOR CONVENCIONALMENTE VERDADERO (h, min y s)	INDICACIÓN DE INSTRUMENTO (h, min 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 5' 0" 17	0h 5' 0" 15	0,03	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 $\pm 0,1$ s.

$$\text{Valor Convencionalmente verdadero} = \text{Lectura del Instrumento} + \text{Error}$$

Jr. Tnte. Aristides del Carpio N° 1626 Urb. Los Cipreces - Cercado de Lima, Lima - Perú Telf.: 564-5937 / 564-2046 / 564-0612 / 564-5244 Telefax: (511) 564-5929

RPM: # 677755 RPC: 963754100 Nextel: 116*7242 E-mail: ventas@ametrology.pe / www.ametrology.com

	ORION LABORATORIOS E.I.R.L. <small>Página 1 de 1</small> Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto
<u>CERTIFICADO DE CALIBRACION</u> <u>N° 030-17 HL</u>	
<u>CALIBRACIÓN DE HORNO DE LABORATORIO</u>	
SOLICITANTE: CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.	
EQUIPO:	
Marca	: DESPATCH
Modelo	: Protocol3
Capacidad	: 120 Lts
Procedencia	: USA
SERIE	: CASA1260
Tipo de Circulación	: Ventilación
Punto de Operación	: 110 °C +/- 5 °C
FECHA:	
Huachipa, 20 de Noviembre del 2017.	
 ORION LABORATORIOS E.I.R.L. Ing. Luis Taboada Palacios JEFE DE LABORATORIO CIP. 56551	
<small>Los Huertos de Huachipa Mz. E.Lt. 15, Lurigancho Telf. 371 0531 - 371 0475 Entel: 971 707 204 - 936 601 894 - 945 101 989 ventas@orionrep.com www.orionrep.com</small>	

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

Dirección La Calibración se efectuó en Cañete.

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 Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 56551

2.1 **INDICADOR** : **Protocol3 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. (5 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 detallas 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:

- Control de la distribución de la temperatura:

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 56551

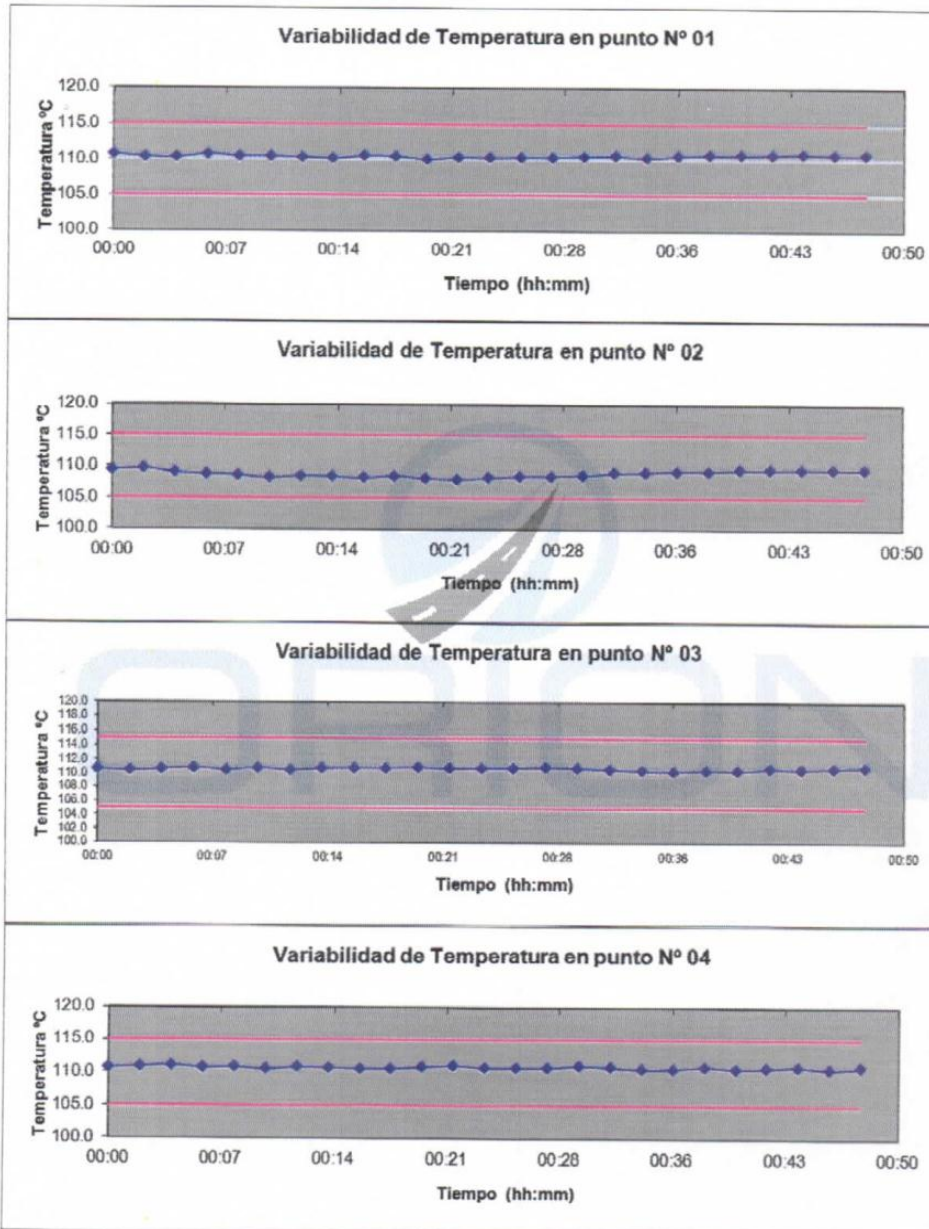
Ensayo para un valor esperado de: 110 °C

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °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	112.5	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	108.8	110.8	110.6	109.7	110.0	111.9	110.6	112.6	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	110.8	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	110.5	110.8	110.6	111.6	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	108.6	110.8	110.9	109.5	109.6	110.3	110.6	111.2	110.4	110.2	2.6
00:32	110.0	110.5	109.0	110.6	110.7	109.2	109.7	110.5	110.5	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	110.8	110.5	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	110.8	110.3	2.3
00:42	110.2	110.7	109.5	110.7	110.6	109.3	110.0	110.5	110.7	111.4	110.4	110.4	2.1
00:44	110.3	110.8	109.6	110.6	110.8	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	109.8	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	110.8	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	110.5	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	110.8	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.

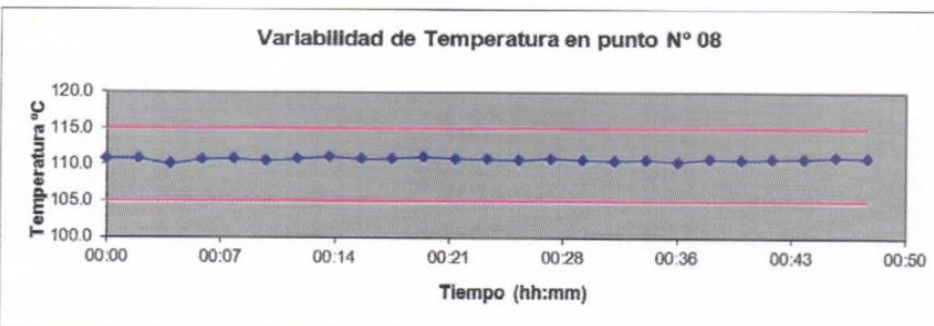
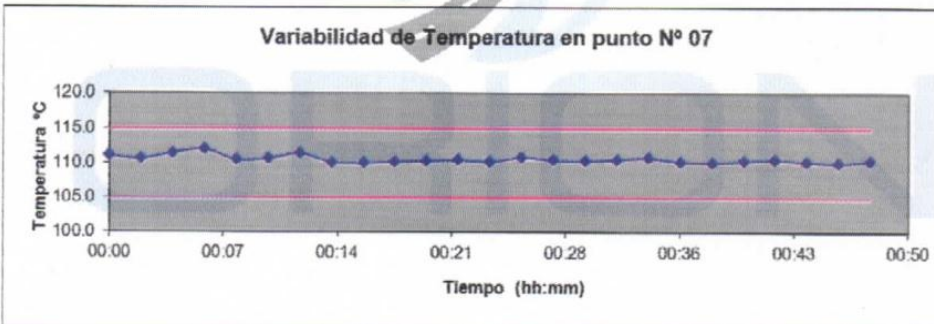
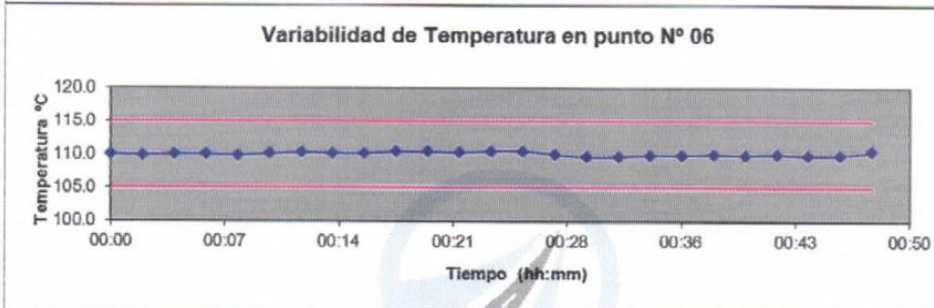
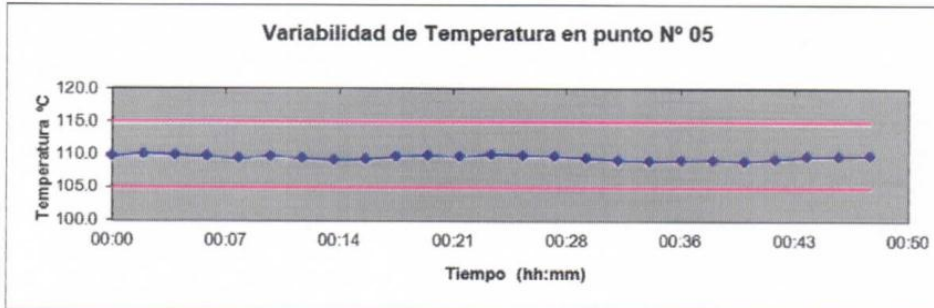
GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
Luis Taboada Palacios
 Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 96551

Los Huertos de Huachipa Mz. E LL. 15, Lurigancho | Telf. 371 0531 - 371 0475 | Eutel: 971 707 204 - 936 601 894 - 945 101 989
 ventas@orionrcp.com | www.orionrcp.com

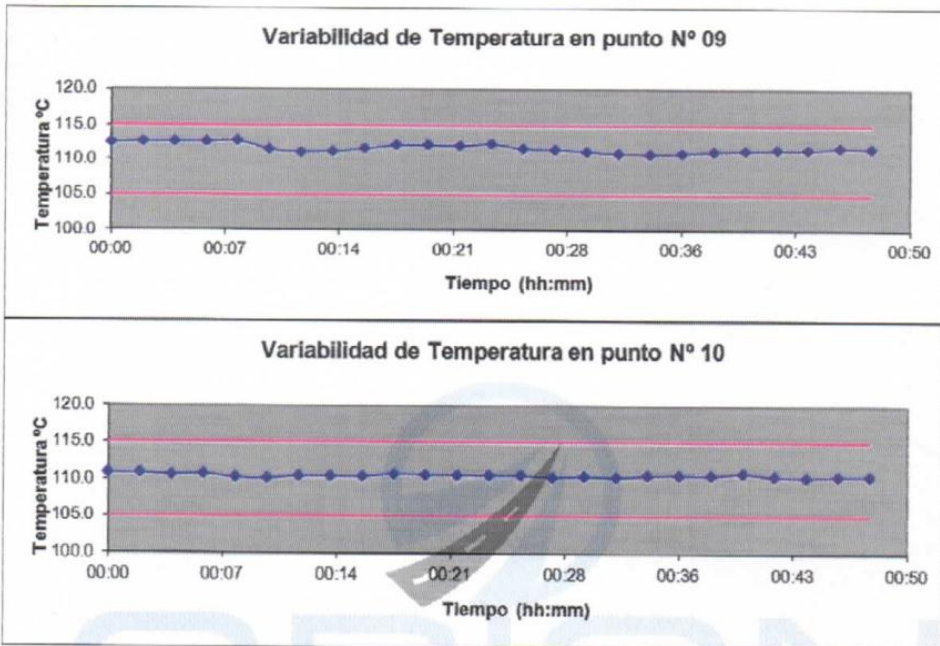
GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C

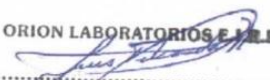


ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

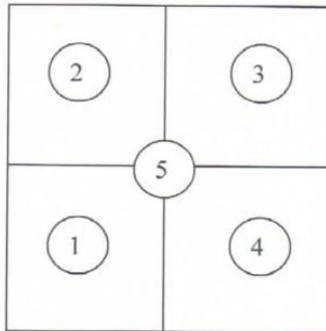
Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 98551

GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C

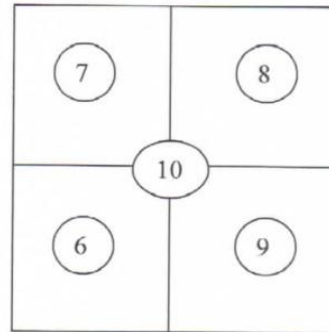


ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

 Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 56551

DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO PARA 110 °C

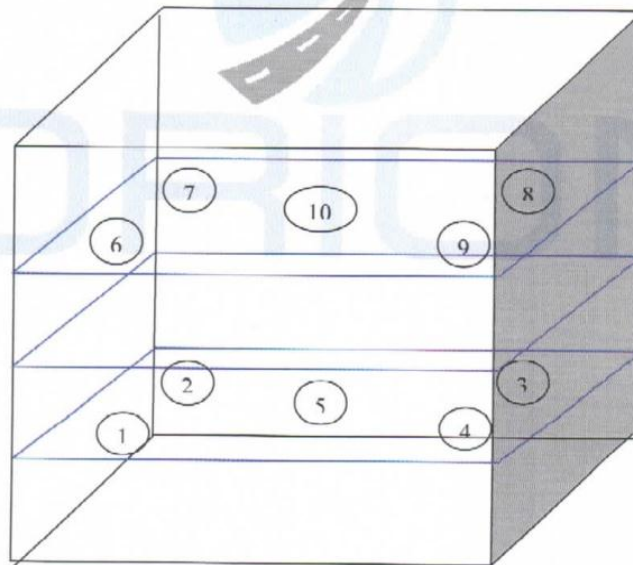


NIVEL INFERIOR




NIVEL SUPERIOR

GRAFICO DE DISTRIBACIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 56561



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

**CERTIFICADO DE CALIBRACION
N° 027-17 AC**

SOLICITANTE : CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S.A.

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

Marca : FORNEY

Modelo : 7690F

Serie : 2453

Anillo : FORNEY

Serie : 244

Capacidad : 6000 lbs

DIAL : SPI

Modelo : 20-701-9

FECHA : Huachipa, 20 de Noviembre del 2017

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Luis Taboada Palacios
Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 027-17 AC

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 095-17B

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 Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

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)		
19	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
293	840.6	841.3	842.7	841.53	0.13
325	929.4	930.5	930.1	930.00	0.06
422	1,215.5	1,216.3	1,216.2	1,216.00	0.04
530	1,526.2	1,527.9	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	1,876.2	1,874.8	1,875.57	0.05
729	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

Coefficiente de correlación...:


$R^2 = 1,0000$

Recta de ajuste:
Donde:

$y = 2,8746x + 0,4456$

X : lectura del dial (divisiones)

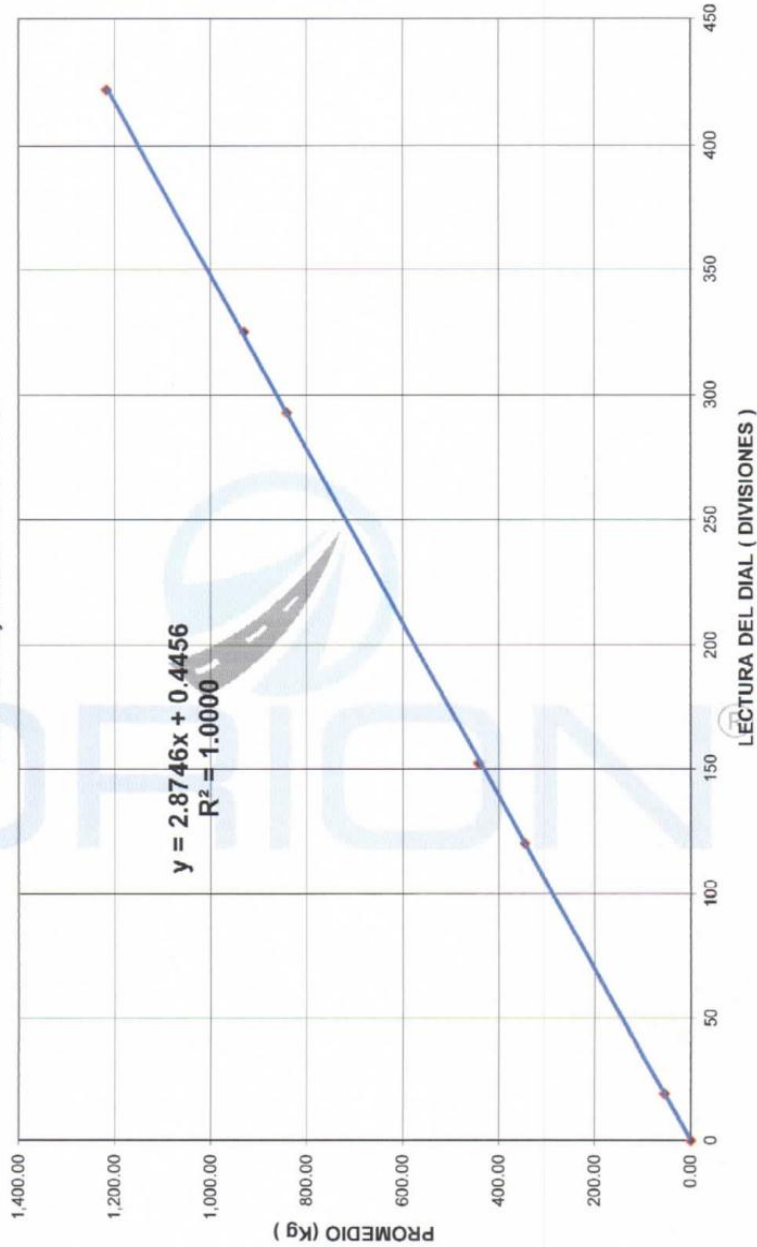
Y : fuerza promedio (Kg)

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

 Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 56551

INFORME 027-17 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 Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 56551





ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

CARTA DE CALIBRACIÓN

ANILLO DE CARGA : FORNEY
 CAPACIDAD : 6000 lbs
 SERIE : 2453
 CON DIAL : SPI

FECHA DE CALIBRACIÓN : 20 de Noviembre del 2017

$$y = 2,8746x + 0,4456$$

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Pclacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 56551

Divis.	Kilogramos									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	3	6	9	12	15	18	21	23	26
10	29	32	35	38	41	44	46	49	52	55
20	58	61	64	67	69	72	75	78	81	84
30	87	90	92	95	98	101	104	107	110	113
40	115	118	121	124	127	130	133	136	138	141
50	144	147	150	153	156	159	161	164	167	170
60	173	176	179	182	184	187	190	193	196	199
70	202	205	207	210	213	216	219	222	225	228
80	230	233	236	239	242	245	248	251	253	256
90	259	262	265	268	271	274	276	279	282	285
100	288	291	294	297	299	302	305	308	311	314
110	317	320	322	325	328	331	334	337	340	343
120	345	348	351	354	357	360	363	366	368	371
130	374	377	380	383	386	389	391	394	397	400
140	403	406	409	412	414	417	420	423	426	429
150	432	435	437	440	443	446	449	452	455	458
160	460	463	466	469	472	475	478	481	483	486
170	489	492	495	498	501	504	506	509	512	515
180	518	521	524	526	529	532	535	538	541	544
190	547	549	552	555	558	561	564	567	570	572
200	575	578	581	584	587	590	593	595	598	601
210	604	607	610	613	616	618	621	624	627	630
220	633	636	639	641	644	647	650	653	656	659
230	662	664	667	670	673	676	679	682	685	687
240	690	693	696	699	702	705	708	710	713	716
250	719	722	725	728	731	733	736	739	742	745
260	748	751	754	756	759	762	765	768	771	774
270	777	779	782	785	788	791	794	797	800	802
280	805	808	811	814	817	820	823	825	828	831
290	834	837	840	843	846	848	851	854	857	860
300	863	866	869	871	874	877	880	883	886	889
310	892	894	897	900	903	906	909	912	915	917
320	920	923	926	929	932	935	938	940	943	946
330	949	952	955	958	961	963	966	969	972	975
340	978	981	984	986	989	992	995	998	1001	1004
350	1007	1009	1012	1015	1018	1021	1024	1027	1030	1032
360	1035	1038	1041	1044	1047	1050	1053	1055	1058	1061
370	1064	1067	1070	1073	1076	1078	1081	1084	1087	1090
380	1093	1096	1099	1101	1104	1107	1110	1113	1116	1119
390	1122	1124	1127	1130	1133	1136	1139	1142	1145	1147
400	1150	1153	1156	1159	1162	1165	1168	1170	1173	1176
410	1179	1182	1185	1188	1191	1193	1196	1199	1202	1205
420	1208	1211	1214	1216	1219	1222	1225	1228	1231	1234
430	1237	1239	1242	1245	1248	1251	1254	1257	1260	1262



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

Divis.	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	1639	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

Anexo 15. Calibración del termómetro de líquido en vidrio.



SERVICIO DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°: 23200-5583-CLT-2014

Expediente : 840-6460-2014
 Página : 1 de 2
 Fecha de emisión : 2014-01-13

1. **SOLICITANTE** : CONSTRUCCION Y ADMINISTRACION S. A.
DIRECCIÓN : REAL VIAL 6 CAÑETE, SAN VICENTE DE CAÑETE-CAÑETE-LIMA
2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **TERMÓMETRO DE LÍQUIDO EN VIDRIO**
MARCA : MILLER & 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 MEDICIÓN.**
 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-617-2012	SNM-INDECOPI
BAROTERMOHIGRÓMETRO	CONTROL COMPANY	NO INDICA	4195CC	LT-657-2012	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 Toledo Baca
 Gerente Técnico

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

Jr. Tnte. Aristides del Carpio N° 1626 Urb. Los Cipreces - Cercado de Lima, Lima - Perú Telf.: 564-5937 / 564-2046 / 564-0612 / 564-5244 Telefax: (511) 564-5492
 RPM: # 677755 RPC: 963754100 Nextel: 116*7242 E-mail: ventas@ametrology.pe / www.ametrology.com



SERVICIO DE ASEGURAMIENTO METROLÓGICO

Certificado N° : 23200-5583-CLT-2014

Página : 2 de 2

RESULTADOS

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO	ERROR	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA	INCERTIDUMBRE
(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
60,0	-0,1	59,9	0,10

$$\text{Temperatura Convencionalmente Verdadera} = \text{Indicación del Termómetro} + \text{Error}$$

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

Jr. Tnte. Aristides del Carpio N° 1626 Urb. Los Cipreces - Cercado de Lima, Lima - Perú Telf.: 564-5937 / 564-2046 / 564-0612 / 564-5244 Telefax: (511) 564-5492
RPM: # 677755 RPC: 963754100 Nextel: 116*7242 E-mail: ventas@ametrology.pe / www.ametrology.com

Anexo 17. Registro fotográfico en la oroya.



Figura 36. Empresa metalúrgica DOE RUN Perú - la oroya.



Figura 37. Vista a la minería en la oroya.



Figura 38. Alto horno de fundición de metales.



Figura 39. Traslado de la escoria al depósito.



Figura 40. Gran cantidad de escoria en la oroya.



Figura 41. Recojo de la escoria como muestra para el estudio.

Anexo 18. Registro fotográfico en la planta mezcladora de asfaltos Gloria.



Figura 42. Mezcladora de asfaltos Gloria – Huachipa.



Figura 43. Recojo de la grava triturada en la mezcladora de asfaltos Gloria – Cantera Carapongo.



Figura 44. Recojo de la arena triturada en la mezcladora de asfaltos Gloria – Cantera Excalibur.



Figura 45. Recojo de arena natural en la mezcladora de asfaltos Gloria – Cantera Gloria.

Anexo 19. Registro fotográfico en el laboratorio.



Figura 46. Cuarteo de la escoria.



Figura 47. Tamizado de la grava triturada.



Figura 48. Agregados para las mezclas asfálticas.



Figura 49. Mezclas a 150°C para luego ser compactadas.



Figura 50. Mezclado de agregados a 145°C.



Figura 51. Ensayo de equivalente de arena.



Figura 52. Adición de asfalto a la mezcla y echado al molde.



Figura 53. Mezclas variando los tres porcentajes de escoria.



Figura 54. Compactación de mezclas asfálticas a 75 golpes según norma.



Figura 55. Briquetas en proceso de saturación.



Figura 56. Briquetas con el 10, 15, 12 % de escoria.



Figura 57. Baño maría antes de pasar a realizar el ensayo.

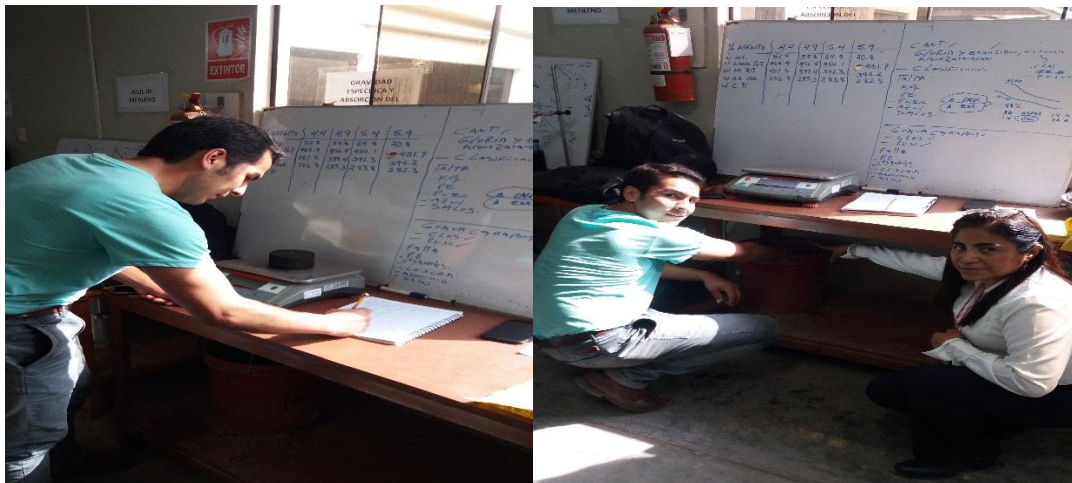


Figura 58. Peso en agua de la briqueta.



Figura 59. Ensayo Marshall.



Figura 60. Ensayo Lottman.

Anexo 20. Acta de aprobación de originalidad de tesis.

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, **GARCIA ALVAREZ MARIA YSABEL**, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de **INGENIERIA CIVIL** de la **Universidad César Vallejo - Lima Este**, revisor (a) de la tesis titulada

“DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ESCORIA METALÚRGICA-LIMA, 2018”, del (la) estudiante **PEREZ SILVA, HERLES**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **23%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 03 de Junio de 2019



.....
Dra. Ing. GARCIA ALVAREZ MARIA YSABEL

DNI: 21453567

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Anexo 21. Pantallazo del TURNITIN.

The screenshot displays a Turnitin report for a document. The document title is "Diseño de mezclas asfálticas en caliente con la adición de escoria metalúrgica-Lima, 2018." The document is associated with "UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO" and the "FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL". The document content includes the title, author (Herles Pérez Silva), advisor (Dra. Maria Ysabel García Álvarez), and the research line (Diseño de infraestructura vial). The Turnitin interface shows a similarity score of 23% and a list of 9 sources with their respective similarity percentages.

Resumen de coincidencias

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Bata)

Coincidencias

Rank	Source	Similarity %
1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	6%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	2%
4	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1%
5	es.silvestre.net Fuente de Internet	1%
6	depace.unifr.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1%
8	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1%
9	repositorio.unimilimar.ed... Fuente de Internet	<1%

23

Feedback studio

Página: 1 de 185 Número de palabras: 23328

8:05 p.m. 03/06/2019

Anexo 23. Autorización de la versión final del trabajo de investigación.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. GARCÍA ÁLVAREZ MARÍA YSABEL A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

PEREZ SILVA, HERLES

INFORME TITULADO:

DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE CON LA ADICIÓN DE ESCORIA METALÚRGICA-LIMA, 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 03 de diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 15 (Quince)



G. A.

DRA. ING. GARCÍA ÁLVAREZ MARÍA YSABEL