



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS
ADICIONÁNDOLE CAUCHO POR LA TÉCNICA DE VÍA SECA.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

SALAZAR SALDAÑA, GIANCARLO KEINTH

ASESOR:

MGTR. CARRANZA LOPEZ, ATILIO RUBEN

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

CHIMBOTE – PERÚ

2019

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 1 de 1

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por SALAZAR SALDAÑA, GIANCARLO KEINTH, cuyo título es: COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS ADICIONÁNDOLE CAUCHO POR LA TÉCNICA DE VÍA SECA.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el/los estudiante(s), otorgándole(s) el calificativo de: 13....(número) TRECE.....(letras).

Chimbote, 11 de abril del 2019



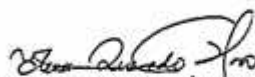
.....
 Mgr. MOZO CASTAÑEDA ERIKA MAGALY

PRESIDENTE



.....
 Mgr. DIAZ GARCÍA GONZALO HUGO

SECRETARIO



.....
 Mgr. QUEVEDO HARO ELENA CHARO

VOCAL

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

DEDICATORIA

A Dios, quien supo guiarme por el buen camino, por darme fuerza para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mis Padres, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi Hija Gia Sabine, quien es mi mayor motivación para nunca rendirme en la vida y llegar a ser un ejemplo para ella.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por haberme dado la sabiduría, el entendimiento y la fortaleza para poder llegar al final de mi carrera, por no haber dejado que me rindiera en ningún momento e iluminarme para salir adelante.

Un agradecimiento muy especial a mis padres por haberme brindado la oportunidad de estudiar la carrera en la Universidad Cesar Vallejo, por su esfuerzo, dedicación y entera confianza.

A los Docentes de nuestra escuela de Ingeniería Civil por brindarnos sus conocimientos en toda la etapa de nuestra formación profesional.

Ing. López Carranza Rubén, asesor que con sus años de experiencia me ha guiado en el desarrollo de esta tesis.

Ing. Rigoberto Cerna Chávez, metodólogo del curso por su tiempo, detalle y paciencia para poder llegar al objetivo esperado.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH, con DNI N° 46442378, a efecto de cumplir las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaña es veraz y auténtica.

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

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

Chimbote, 11 de Abril del 2019



Giancarlo Keinth Salazar Saldaña
DNI. 46442378

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS ADICIONÁNDOLE CAUCHO POR LA TÉCNICA DE VÍA SECA”, la cual tiene como objetivo general analizar el comportamiento mecánico en las propiedades de las Mezclas Asfálticas adicionándole Caucho por la técnica de vía seca en relación a la mezcla convencional, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

El Autor

ÍNDICE

Acta de Aprobación de la tesis	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento	iv
Declaración de Autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
Índice de Gráficos	ix
Índice de Tablas.....	x
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad Problemática.....	13
1.2. Trabajos Previos.....	14
1.3. Teorías Relacionadas	15
1.4. Formulación del Problema.....	24
1.5. Justificación del Estudio	24
1.6. Objetivos.....	25
II. MÉTODO	26
2.1. Diseño de investigación	26
2.2. Variables, Operacionalización	26
2.3. Población y Muestra	27
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	28
2.5. Métodos de análisis de datos	28

2.6. Aspectos Éticos	29
III. RESULTADOS.....	30
Resultados Obtenidos del ensayo Marshall de la Mezcla asfáltica en caliente con 0.5% de Caucho.....	36
Resultados Obtenidos del ensayo Marshall de la Mezcla asfáltica en caliente con 1.2% de Caucho.....	42
Resultados Obtenidos del ensayo Marshall de la Mezcla asfáltica en caliente con 1.8% de Caucho.....	48
Resultado final del contenido óptimo de cada diseño de Mezcla Asfáltica ...	56
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	57
V. CONCLUSIONES	59
VI. RECOMENDACIONES	60
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
ANEXOS	63
ANEXO 01, Cuadro de Matriz de consistencia	63
ANEXO 02, Cuadro de Operacionalización de variables	65
ANEXO 03, Resultados de Laboratorio de Asfalto.....	67
ANEXO 04, Plano de ubicación de la Cantera.....	105
ANEXO 05, Normas Técnicas de los Ensayos	107
ANEXO 06, Panel Fotográfico	140
ANEXO 07, Certificado de calibración	147
ANEXO 08, Presupuesto	155
ANEXO 09, Acta de Aprobación de Originalidad de tesis.....	158
ANEXO 10, Formulario de Autorización de Publicación Electrónica.....	159
ANEXO 11, Autorización de la Versión Final de Trabajo.....	160

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Peso Unitario Vs % De Asfalto.....	30
Gráfico N° 2: % Vacíos Vs %De Asfalto.....	31
Gráfico N° 3: Estabilidad Vs De Asfalto	32
Gráfico N° 4: VMA Vs De Asfalto.....	33
Gráfico N° 5: Flujo Vs %De Asfalto	34
Gráfico N° 6: %Vacíos Llenos De Asfalto Vs % De Asfalto.....	35
Gráfico N° 7: Peso Unitario Vs % De Asfalto.....	36
Gráfico N° 8: % Vacíos Vs % De Asfalto.....	37
Gráfico N° 9: Estabilidad Vs % De Asfalto	38
Gráfico N° 10: VMA Vs % De Asfalto	39
Gráfico N° 11: Flujo Vs % De Asfalto	40
Gráfico N° 12: % Vacíos Llenos De Asfalto Vs %De Asfalto.....	41
Gráfico N° 13: Peso Unitario Vs % De Asfalto.....	42
Gráfico N° 14: % De Vacíos Vs % De Asfalto.....	43
Gráfico N° 15: Estabilidad Vs % De Asfalto.....	44
Gráfico N° 16: VMA Vs % De Asfalto.....	45
Gráfico N° 17: Flujo Vs % De Asfalto.....	46
Gráfico N° 18:% Vacíos Llenos De Asfalto Vs % De Asfalto.....	47
Gráfico N° 19: Peso Unitario Vs % De Asfalto.....	48
Gráfico N° 20: %De Vacíos Vs % De Asfalto.....	49
Gráfico N° 21: Estabilidad Vs % De Asfalto.....	50
Gráfico N° 22: VMA Vs % De Asfalto.....	51
Gráfico N° 23: Flujo Vs % De Asfalto.....	52
Gráfico N° 24: % Vacíos Llenos De Asfalto Vs % De Asfalto.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Ensayo Marshall En Caliente Patrón.....	54
Tabla N° 2: Ensayo Marshall Con 0.5% De Caucho.....	54
Tabla N° 3: Ensayo Marshall Con 1.2% De Caucho.....	55
Tabla N° 4: Ensayo Marshall Con 1.8% De Caucho.....	55
Tabla N° 5: Contenido Óptimo De Mezclas Asfálticas.....	56

RESUMEN

La presente tesis consistió en determinar el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica adicionándole caucho por la técnica de vía seca, por ello se redactó una serie de teorías relacionadas acerca del tema, para lo cual se planteó la siguiente pregunta ¿Cuál es el comportamiento de las mezclas asfálticas al adicionarle caucho por la técnica de vía seca en relación a la mezcla convencional?; la investigación se justificó con la adición de caucho proveniente de neumáticos a las mezclas asfálticas es una forma de reciclar tales desechos y mejorar las propiedades del pavimento, luego de ello se planteó la siguiente hipótesis; el comportamiento de las mezclas asfálticas al adicionarle caucho mejora las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas, siendo así el objetivo; analizar el comportamiento mecánico en las propiedades de las Mezclas Asfálticas adicionándole caucho por la técnica de vía seca en relación a la mezcla convencional, la metodología realizada fue correlacional. La recopilación de datos se realizó con la ayuda de los servicios del Laboratorio de Mecánica de Suelos. Donde se realizó 01 diseño patrón de la mezcla asfáltica y 03 diseños más con adición de caucho (0.5%, 1.2% y 1.8%) con relación al peso total de las briquetas; luego de eso también se realizó la observación directa para obtener los resultados de las briquetas al someterlo mediante el ensayo por el Método Marshall según (ASTHO T-245, ASTM D-1559) que me permitió determinar la estabilidad y flujo de las briquetas ensayadas, mediante gráficos en el software Excel. Finalmente se determinó que al adicionarle caucho como un agregado más, mejoró su estabilidad y flujo.

PALABRAS CLAVE:

Asfalto en caliente, Comportamiento Mecánico, Caucho.

ABSTRACT

The present thesis consisted in determining the mechanical behavior of the asphalt mixture by adding rubber by the dry track technique. For this reason, a series of related theories about the subject was written, for which the following question was asked: What is the behavior of the Asphalt mixtures when adding rubber by the dry track technique in relation to the conventional mixture ?; The research was justified with the addition of rubber from tires to asphalt mixtures is a way to recycle such waste and improve the properties of the pavement, after which the following hypothesis was raised; The behavior of the asphalt mixtures when adding rubber improves the mechanical properties of the asphalt mixtures, thus being the target; To analyze the mechanical behavior in the properties of the Asphalt Mixtures by adding rubber by the dry track technique in relation to the conventional mixture, the methodology was correlational. The data collection was done with the help of the services of the Laboratory of Soil Mechanics. Where 01 pattern design of the asphalt mixture and 03 designs with addition of rubber (0.5%, 1.2% and 1.8%) were realized in relation to the total weight of the briquettes; After this, direct observation was also made to obtain the results of the briquettes by subjecting it to the test by the Marshall Method (AASHTO T-245, ASTM D-1559), which allowed me to determine the stability and flow of the briquettes tested, Using graphics in Excel software. Finally it was determined that by adding rubber as an added addition, it improved its stability and flow.

KEYWORDS:

Asphalt Hot, Mechanical Behavior, Rubber.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática:

El análisis del comportamiento mecánico en las propiedades de las mezclas asfálticas, adicionándole caucho por la técnica de vía seca en relación a la mezcla convencional, debido al gran incremento de la población y la evolución tecnológica del mundo, en el Perú y otros países, se producen una gran explotación de recursos naturales que sobrepasan la dimensión de la naturaleza, todo ello tiene como consecuencia problemas con los residuos de las acciones humanas, ocupando espacios y teniendo como problemas los lugares donde depositarlos, por lo que en su mayoría tardan mucho más en degradarse, por las modificaciones químicas que contienen causando mayor daño del medio ambiente.

En la actualidad un problema muy grande son los neumáticos de los automóviles, se apropian de mucho espacio y demoran más de 500 años en degradarse, provocan una saturación en los lotes, baldíos, tiraderos clandestinos, apilamientos, orillas de las carreteras, ríos, etc. Generando gran preocupación para la salud pública, al almacenar neumáticos creando fauna nociva para el ser humano.

Para reducir el efecto ambiental negativo, una opción será triturar los neumáticos dividiendo el caucho de los demás materiales como fibras textiles y acero y así poder adquirir el grano de caucho reciclado, para ser agregado al cemento asfáltico o mezcla asfáltica en determinadas proporciones. El caucho modifica las propiedades físicas, mecánicas y reológicas en la mezcla asfáltica, intentando mejorar la calidad de las mezclas asfálticas convencionales, sometidas a gran esfuerzo de carga ocasionado por el tránsito intenso y el intemperismo

Las principales dificultades que podemos encontrar en los pavimentos son económicos y administrativos. En lo económico se aprecia que eligen un diseño de bajo costo y en lo administrativo se percibe la falta de compromiso para obtener el mejor diseño de un pavimento, así como la supervisión en su ejecución.

De continuar esta problemática en los pavimentos y como ocurre en la actualidad, sus fallas estructurales y deficiencias seguirán permaneciendo, al no poder resistir daños provocados por la naturaleza o el ser humano, sabiendo que el desarrollo y progreso de la comunidad se debe a su entorno; teniendo como consecuencia la insatisfacción de las personas y bienes, así como efectos negativos en la promoción y ejecución de actividades económicas de la cultura y la comunicación.

1.2 Trabajos previos

Antecedentes

Se tomaron estudios anteriores para tener una referencia acerca del tema:

La Ingeniera Ramírez Palma, Náyade Irene desarrolló su tesis titulada “Estudio de la utilización de Caucho de neumáticos en Mezclas Asfálticas en Caliente mediante Proceso Seco” la cual tiene como objetivo estudiar el comportamiento mecánico de las mezclas asfálticas a las cuales se les ha incorporado caucho como material granular fino.

Las conclusiones a las que pudo llegar el autor respecto a los resultados obtenidos de las pruebas realizadas son:

El caucho reciclado adquirido de neumáticos en desuso, mejora las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas, utilizando como modificador del ligante (proceso húmedo) y como un agregado (proceso seco).

Por otro lado, el caucho reciclado genera beneficios ambientales al resolver el problema de la disposición final de los neumáticos y disminuir la contaminación.

Entre menor sea el tamaño máximo de los granos de caucho que se utilicen para mejorar las mezclas asfálticas o modificar el ligante, serán mejores los resultados obtenidos. Sin embargo, no deben dejarse de lado los beneficios de usar partículas gruesas de caucho.

En otro estudio que se tomó acerca del tema, Marín Bernal Alejandro Jesús Y Roncal Vivar Eindhher Cecil desarrollaron su tesis titulada “Comportamiento de la Mezcla Asfáltica en caliente por el empleo del Caucho en su Diseño”, tiene como objetivo estudiar el comportamiento mecánico de las mezclas asfálticas a las

cuales se les ha incorporado caucho como material granular fino y compararla con una mezcla convencional.

Se concluyó de los estudios realizados que las mezclas asfálticas modificadas con adición de caucho en porcentajes de 0.5, 1.0 y 1.5% generan mejora en las propiedades de la mezcla asfáltica convencional, analizando cada una de las propiedades estudiadas se determinó que la mezcla asfáltica con 0.5% de adición de caucho es la más óptima por obtener resultados favorables en cada uno de los diagramas establecidos por el ensayo Marshall.

En este estudio los ingenieros llegan a la conclusión que los resultados obtenidos de la mezcla asfáltica sin incorporación de caucho en su diseño se encuentran por debajo de la mezcla diseñada con incorporación de caucho en proporción de 0.5%, lo que nos demuestra que el uso del caucho en las mezclas asfálticas en caliente mejora el comportamiento de las propiedades de las mezclas asfálticas.

El proceso de adición de caucho, exige mayor cantidad de cemento asfáltico, pero con los consiguientes beneficios y mejoras en las propiedades relacionadas con la durabilidad.

1.3 Teorías Relacionadas

A continuación, se procederá a describir algunos conceptos científicos relacionados a la investigación: El asfalto se define como un material aglomerante de color entre pardo oscuro a negro, de tres tipos de consistencia; solida, semisólida o líquida, donde el betún es un constituyente predominante que se obtiene de la naturaleza o de la destilación de petróleo (The Asphalt Institute, 1972, p.28).

El asfalto es el elemento natural de la mayor parte de los petróleos. Al destilar el petróleo crudo separamos sus diversas fracciones y se recobra el asfalto. Naturalmente se han producido estos fenómenos, por ello se encontraron yacimientos naturales de asfalto, obteniéndose libremente de materiales extraños y en otras ocasiones se encuentran mezclados con cantidades variables de minerales, agua y otras sustancias (The Asphalt Institute, 1972, p.21).

El asfalto se define como una sustancia plástica flexible que controla a las mezclas de áridos que interactúa normalmente. En su composición está hecha de un material resistente adhesivo, altamente impermeable y durable. En sus propiedades resiste la mayoría de ácidos, alcalosis y sales. En sus estados puede ser una sustancia sólida y semisólida a temperaturas atmosféricas ordinarias, al calor fácilmente se disuelven por acción de volatilidad variable o por emulsificación (The Asphalt Institute, 1972, p.21).

Existen situaciones en que las mezclas asfálticas modificadas, no son aptas para resistir la acción conjunta del tránsito y clima, por ello es indispensable perfeccionar mezclas más resistentes mejorando sobre todo sus propiedades mecánicas como la durabilidad, el ahuellamiento y la fatiga (Ramírez, 2006, p.11).

El asfalto es un material visco elástico y sensible a la temperatura; presenta procesos en sus características según el empleo de temperaturas, siendo rígido a bajas temperaturas y fluido a altas temperaturas. El objetivo principal al usar agentes modificadores en el cemento asfáltico es obtener propiedades reológicas no obtenidas en los asfaltos creados con normas convencionales de refinación, principalmente las que tienen que ver con la docilidad térmica (Ramírez, 2006, p.11).

El asfalto al ser modificado se logran las siguientes características: Incrementar la durabilidad del pavimento. Elevar la resistencia a la fatiga de las mezclas asfálticas. La cohesión brinda una mejor retención de los agregados. Reduce la susceptibilidad térmica, aumentando la rigidez a la deformación constante; por otro lado, el asfalto reduce la fragilidad del asfalto expuesto a temperaturas bajas. La vida útil de las mezclas asfálticas se cumplía reduciendo el envejecimiento de la mezcla (Ramírez, 2006, p.11).

Por lo general, la adhesión de polímeros en las mezclas asfálticas mejora sus propiedades, obteniendo como resultado una menor deformabilidad y mayor resistencia a las cargas de tránsito. Los polímeros son sustancias orgánicas que logran hidratarse y aumentar su volumen al mezclarse con el cemento asfáltico por su alto peso molecular (Ramírez, 2006, p.11).

El cemento asfáltico a utilizar en los riegos de liga y en las mezclas asfálticas elaboradas en caliente, se clasifica por penetración, o por viscosidad absoluta. El uso será según características climáticas de la región y las circunstancias de operación de la vía (MTC Anexo 02, 2000, p.23).

El cemento asfáltico debe ser de aspecto homogéneo, libre de agua y ni de formar espuma calentándose a una temperatura de 175°C. La modificación de cemento asfáltico debe ser dada mediante la adición de activantes, rejuvenecedores, polímeros, asfaltos naturales u otro producto confirmado por la experiencia. En algunos casos las especificaciones particulares establecen el tipo de adición y las especificaciones que deben cumplir el ligante modificado y las mezclas asfálticas resultantes. El supervisor deberá aprobar la dosificación y la dispersión homogénea del producto (MTC Anexo 02, 2000, p.23).

Una de las características importantes de la mezcla asfáltica son los materiales pétreos se clasifican generalmente por su tamaño como: agregados gruesos, agregados finos, o filler mineral. Según el Manual de ensayo de materiales (EM 2000), se denominará agregado grueso a la porción de agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (N°4); agregado fino a la porción comprendida entre los tamices (N°4 y N°200) y polvo mineral o llenante la que pase el tamiz de (N°200) (MTC, 2000, p.22)

El agregado grueso es originado de la trituración de la roca; grava o la combinación de ambas, sus partículas deberán ser limpias, resistentes y durables, con pocas partículas llanas, alargadas y blandas. Estar libre de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que imposibiliten la adhesión con el asfalto, satisfaciendo los requisitos de índole que señalan en las especificaciones (MTC Anexo 02, 2000, p.22).

El agregado fino es originado por la trituración o mezcla de arena natural. Los granos del agregado fino deberán ser fuertes, de superficies rugosa y angular. El material deberá estar libre de sustancias, que imposibiliten su adhesión con el asfalto, satisfaciendo los requisitos idóneos indicados en cada especificación (MTC Anexo 02, 2000, p.22).

El polvo mineral se obtendrá de los procesos de trituración de los agregados pétreos y podrá ser de aporte de productos comerciales, como cal hidratada o cemento portland. Para poder utilizar una fracción de este material se verificara que no tenga actividad y que no sea plástico (MTC Anexo 02, 2000, p.22).

La mezcla de los agregados gruesos y finos, y el polvo mineral deberá adaptarse a la exigencia de la respectiva especificación en cuanto a su granulometría. Para elegir los agregados se determinan características mecánicas como: tamaño y gradación, limpieza (materiales deletéreos), tenacidad (dureza), durabilidad (resistencia), textura superficial, forma de partículas, absorción, afinidad por el asfalto (MTC Anexo 02, 2000, p.22).

El caucho se puede obtener de manera natural en algunos árboles como un líquido lechoso de color blanco llamado látex o de manera sintética proporcionado por hidrocarburos insaturados. Ambos tienen la característica de ser elásticos, repelentes al agua y resistentes a la electricidad (Segovia, 2007, p.16).

El caucho natural tiene forma de suspensión coloidal en el látex de plantas productoras de caucho, algunas de estas plantas suelen estar infectadas por una mezcla de resinas que deben ser retiradas del caucho para su consumo, entre ellas podemos mencionar la gutapercha y la balata, que se extraen de árboles tropicales (Segovia, 2007, p.16).

Las mezclas asfálticas, son una combinación de agregados pétreos, cemento asfáltico y aditivo en algunos casos. Utilizados en la construcción de carreteras, aeropuertos, pavimentos industriales, entre otros. Las mezclas asfálticas están compuestas por un 90% de agregados pétreos entre grueso y fino, un 5% de polvo mineral (filler) y otro 5% de cemento asfáltico. Todos estos componentes son importantes para su correcto funcionamiento de la carpeta asfáltica, así como la falta de calidad afectaría el pavimento. El cemento asfáltico y el polvo mineral son más influyentes en su calidad y costo total con respecto a otros elementos (Crespín, Santa Cruz y Torres, 2012, p.180).

Las características de la mezcla asfáltica deben ser examinadas para determinar el desempeño posible en la estructura del pavimento. Definiendo así sus características principales y la influencia que tienen en el comportamiento

mecánico de las mezclas asfálticas: La densidad, es una de las características más importantes para alcanzar un rendimiento duradero de una mezcla asfáltica, se define como el peso de un volumen específico de una mezcla compactada, es decir, el peso unitario. A mayor densidad obtenemos menor cantidad de vacíos de aire, es decir el agua no ingresara a su interior logrando una carpeta asfáltica más resistente. La Densidad, se expresa en kilogramos por metro cúbico (kg/m^3) o libra por pie cúbico (lb/pie^3), se obtiene al multiplicar la gravedad específica total de la mezcla; para definir si el grado de compactación del pavimento es adecuado o no, se emplea como referencia la densidad patrón obtenida en el laboratorio, que difícilmente se adquiere en la compactación in-situ. Por lo cual las especificaciones brindan un porcentaje aceptable (Crespín, Santa Cruz y Torres, 2012, p.187).

Los Vacíos de Aire, son pequeños espacios o bolsas de aire que se encuentran entre los agregados revestidos de asfalto en la mezcla compactada. Es trascendental que las mezclas densamente graduadas incluyan un determinado porcentaje de vacíos, permitiendo que el asfalto fluya durante la compactación adicional debido al tráfico. Las capas de base y superficiales deben tener de 3% a 5% en muestras fabricadas en el laboratorio. La permeabilidad de una mezcla asfáltica guarda relación con la durabilidad de un pavimento asfáltico. Mientras mayor sea la permeabilidad, obtendremos un mayor contenido de vacíos, aceptando pasajes a través de la mezcla entre el agua y el aire ocasionando un deterioro irreversible a la carpeta asfáltica, por otro lado, la disminución de estos produce una exudación de asfalto. La exudación consiste en el exceso de cemento asfáltico que es eliminado fuera de la mezcla hacia la superficie. Entre la densidad y el contenido de vacíos revela que; a mayor densidad, disminuye el porcentaje de vacíos; y a menor densidad, aumenta los vacíos en la mezcla. En el campo las especificaciones para la densidad se acondicionan para obtener el número inferior de vacíos al 8% (Crespín, Santa Cruz y Torres, 2012, p.188).

Los Vacíos en el Agregado Mineral, son volúmenes de aire que se encuentran entre las partículas del agregado y los volúmenes llenos de asfalto en una mezcla compactada. El vacío en el agregado mineral es la capacidad disponible para adecuar el volumen de vacíos y el volumen efectivo de asfalto necesarios en la

mezcla asfáltica. El espacio efectivo de asfalto abarca a todo el asfalto menos la cantidad que se llega a perder por absorción en el agregado. Mientras mayor sea los vacíos en el agregado mineral se obtendrá más espacios para la película de asfalto; teniendo en cuenta que para obtener mayor durabilidad en la mezcla, la película de asfalto tiene que ser más gruesa para cubrir las partículas del agregado. Existen valores mínimos de vacíos en el agregado mineral recomendados y determinados de acuerdo a la dimensión del agregado; se puede concluir que para preservar el contenido de cemento asfáltico en un diseño de mezcla, reduzcamos los valores de vacíos en el agregado mineral fundado como mínimos, siendo esto dañino para la calidad de la mezcla asfáltica; logrando películas delgadas de asfalto en el agregado y un diseño de mezcla menos durable y con apariencia seca (Crespín, Santa Cruz y Torres, 2012, p.189).

El contenido de asfalto de una mezcla, está constituido utilizando los criterios puntuales por el método de diseño seleccionado. La gran medida de granulometría y la amplitud de absorción del agregado optimizan el contenido del asfalto. La granulometría del agregado se relaciona con el contenido óptimo de asfalto, si en una granulometría la cantidad de finos es alto, el área superficial total será mayor necesitando mayor cantidad de asfalto para tapar las partículas. Las mezclas gruesas requieren menos asfalto, debido a la menor área superficial. Si a la mezcla se le adiciona pequeños incrementos de filler (fracción muy fina de agregado que ingresa a través de tamiz de 0.075mm – (No.200)), tiende a absorber la mayoría de contenido asfalto, obteniendo una mezcla inestable y seca. Caso contrario al disminuir el filler resulta una mezcla húmeda (Crespín, Santa Cruz y Torres, 2012, p.190).

Las variaciones de filler producen cambios en las propiedades de la mezcla, variando de una mezcla seca a una mezcla húmeda. Para determinar el contenido óptimo de asfalto es importante tener una buena capacidad de absorción del agregado en una mezcla, técnicamente existen dos tipos de asfalto: El asfalto absorbido o contenido total de asfalto; es la cantidad de cemento asfáltico sumada a la mezcla para obtener cualidades deseadas en la mezcla asfáltica. El asfalto no absorbido o contenido efectivo de asfalto; es la

cantidad de asfalto que forma una lámina ligante efectiva sobre las superficies de los agregados. El contenido efectivo de asfalto es el resultado de la cantidad absorbida de asfalto restado con el contenido total de asfalto. La capacidad de absorción de un agregado, es indudablemente una propiedad fundamental en la definición del contenido de asfalto de una mezcla (Crespín, Santa Cruz y Torres, 2012, p.191).

Los vacíos llenos de asfalto, son la porción de vacíos intergranulares entre las partículas de vacíos en el agregado mineral, que se hallan llenos de asfalto. El vacío en el agregado mineral (VMA) incluye asfalto y aire, por tanto, el vacío lleno de asfalto (VFA) resulta al sustraer los vacíos de aire de los vacíos en el agregado mineral (VMA) y luego dividir por el vacío en el agregado mineral (VMA), y manifestando su valor como un porcentaje (Crespín, Santa Cruz y Torres, 2012, p.192).

El valor de Estabilidad Marshall es una medida de la carga bajo la cual una probeta cede o falla totalmente. Durante un ensayo, cuando la carga es aplicada pausadamente, los cabezales superior e inferior del aparato se juntan, por lo tanto, la carga sobre la briqueta aumenta al igual que la lectura en el indicador del cuadrante. Luego se anula la carga una vez que se consigue la carga máxima. La carga máxima resultante es el Valor de Estabilidad Marshall (Cáceres, 2007, p.9).

La estabilidad Marshall señala la resistencia de una mezcla a la deformación, teniendo en cuenta que si un valor de estabilidad es bueno, por otro lado un valor más alto será mejor. La resistencia de los materiales de ingeniería es la medida de su calidad, sin embargo en la mezcla asfáltica en caliente, no necesariamente es el caso, ya que las estabilidades extremadamente altas se adquieren por su durabilidad. El valor de Fluencia Marshall, medida en centésimas de pulgada, simboliza la deformación de la briqueta. La deformación está señalada por la disminución en diámetro vertical de la briqueta (Cáceres, 2007, p.9).

Las mezclas demasiado frágiles y rígidas de un pavimento poseen valores bajos de fluencia y muy alto de estabilidad Marshall, por el contrario las mezclas demasiado plásticas tienen valores altos de fluencia, tendiendo fácilmente a deformarse sobre las cargas de tránsito (Cáceres, 2007, p.9).

El método de diseño de una mezcla asfáltica, se basa en seleccionar una granulometría y una porción de asfalto ya fabricada para luego ser colocada en el terreno y cumpla las propiedades al ser diseñada. Los métodos de dosificación tienen como finalidad definir el porcentaje de asfalto óptimo para decidir la combinación de agregados de acuerdo a las propiedades seleccionadas (Ramírez, 2006, p.8).

Antes de elaborar el diseño de mezcla asfáltica es importante que los materiales constituyentes como los agregados pétreos y el cemento asfáltico, sean examinados para decidir si pueden o no formar parte del diseño a construir. El método de diseño para la mezcla asfáltica en caliente, es el método Marshall; el cual se basa en el desarrollo de ensayos mecánicos (Ramírez, 2006, p.8).

El método Marshall es adaptable a mezclas en caliente con cementos asfálticos, además de incluir agregados con tamaño máximo igual o menor a 25mm. Esta técnica puede emplearse en un diseño en laboratorio y control de terreno (Ramírez, 2006, p.8).

El desarrollo del método incluye la confección de probetas normadas de 2 ½'' de altura y 4'' de diámetro, para distinguir en el porcentaje del ligante. Usualmente se emplean al menos 5 contenidos de cemento asfáltico, diferenciándose de uno al otro en 0.5%, de tal modo que estén por encima y por debajo del óptimo esperado. Para cada contenido de ligante se fabrican al menos 3 probetas (Ramírez, 2006, p.8).

El proceso específico de las probetas se basa en el calentamiento, mezclado y compactación. Las temperaturas de mezclado y compactado reaccionan de acuerdo al tipo de cemento asfáltico empleado para elaborar las probetas (Ramírez, 2006, p.8).

La compactación del material que contienen los moldes se realiza con el martillo Marshall, dispositivo de acero constituido por una base plana y circular de 3 7/8'' de diámetro, equipado con un peso de 10 lb (4.54 kg) y construido para conseguir una altura de caída de 18''. La compactación de las probetas se realiza con 75 golpes por cara o según especificaciones del tránsito de diseño. La fluidez y la estabilidad de las probetas son las particularidades fundamentales del método de diseño (Ramírez, 2006, p.8).

La estabilidad se obtiene al ensayar la probeta a compresión en la máquina de ensayo Marshall, su resultado es el valor obtenido por la carga máxima en Newton. Marshall, consiste en la aplicación de cargas a las probetas a través de mordazas semicirculares a una velocidad de deformación de 51mm por minuto. La fluidez es la deformación medida en cuartos de milímetros, que ocurre al inicio de la aplicación de carga hasta obtener la carga máxima (Ramírez, 2006, p.9).

Aplicación de granos de caucho en las mezclas asfálticas: El caucho originado de los neumáticos en desuso pueden ser adicionados en la mezcla asfáltica por medio de tres métodos como son; proceso por vía húmeda, proceso por vía seca y proceso en refinería (Ramírez, 2006, p.18).

El proceso húmedo, consiste en que el caucho actúa alterando el cemento asfáltico; entre tanto que, en el proceso seco, el caucho es utilizado como un fragmento de grano fino. En el proceso en refinería, la mezcla del caucho con el cemento asfáltico se lleva a cabo en la planta productora de asfalto, donde será trasladado a obra para agregar a esta mezcla los áridos y así obtener mezcla asfáltica. Cada uno de estos procesos se usa dependiendo el producto que se quiere obtener (Ramírez, 2006, p.18).

Definiendo cada proceso tenemos que en el proceso de vía húmeda se adicionan los granos de caucho con el cemento asfáltico; a esta mezcla modificada se le llama asfalto-caucho que es empleado de la misma forma que un ligante modificado (Ramírez, 2006, p.18).

La elaboración de asfalto-caucho se basa en la mezcla de los granos de caucho y el cemento asfáltico en un tanque con agitación, teniendo en cuenta que el tamaño máximo de granos de caucho es entre 18% - 24% con relación al peso del ligante. Es importante disponer de una temperatura entre 180°C - 210°C por 1 a 4 horas en un tiempo de reacción dentro del tanque (Ramírez, 2006, p.18).

El proceso por vía seca, consiste en la mezcla de los agregados con el caucho reciclado, antes de añadir el cemento asfáltico, los granos de caucho en este procedimiento se utilizan como agregados de mezcla asfáltica, que pueden adherirse como un árido más o ser sustituido en una pequeña porción del agregado fino, que puede ser 1% a 3% del peso total de los agregados de la mezcla asfáltica. (Ramírez, 2006, p.18).

Si bien los granos de caucho son dados como árido, no se consideran un material inerte al interactuar con el ligante de la mezcla, llamando a este fenómeno como “digestión”. El caucho es un transformador del ligante en la mezcla asfáltica, pasando a ser un árido elástico mediante este proceso (Ramírez, 2006, p.18).

Las partículas de caucho son mezclados con los áridos, previamente calentados. El cemento asfáltico es idéntico al que se emplea para mezclas convencionales, sin embargo, las temperaturas son generalmente más altas entre 160°C a 190°C, semejante a las de compactación que oscilan entre 150°C y 160°C. Luego de mezclar el cemento asfáltico con los agregados y el caucho, la mezcla tiene que esperar el tiempo adecuado para que se dé el proceso de “digestión” (Ramírez, 2006, p.18).

Las técnicas más trabajadas en Estados Unidos del uso de caucho en el proceso por vía seca, son la tecnología genérica o sistema TAK y la técnica Plus Ride. Otra de las técnicas más importantes es la técnica tradicional que fue desarrollada en España para emplear el caucho reciclado para el mejoramiento de mezclas asfálticas; utilizan granulometrías convencionales que no conllevan consumos de cemento asfáltico, pero aportan baja cantidad de caucho, al menos el 2% del peso total del agregados (Ramírez, 2006, p.18).

1.4 Formulación del problema

A partir de este planteamiento se formuló el siguiente problema, ¿Cuál es el comportamiento de las Mezclas Asfálticas al adicionarle Caucho por la técnica de vía seca en relación a la mezcla convencional?

1.5 Justificación del estudio

La reutilización de neumáticos que están fuera de uso radica en que significa una gran solución en lo que respecta al sector medioambiental, por estos motivos se vio con la necesidad de estudiar la incorporación de gránulos de caucho en mezclas asfálticas convencionales. Mediante esta investigación se puede llegar a reducir los residuos sólidos y adicionalmente mejorar el desempeño de los pavimentos.

La adición de caucho que se origina de neumáticos en desuso utilizado en las mezclas asfálticas, optimiza las propiedades del pavimento y es un modo de reutilizar los desechos.

En los países como USA, Canadá, Brasil y España entre otros; la utilización del caucho en mezclas asfálticas es bien desarrollada. Estas mezclas con caucho son utilizadas para la conservación y construcción de pavimentos. En Chile, desde el año 1990 se viene investigando las mezclas de asfalto con caucho reciclado. Actualmente en nuestro país se vienen realizando diferentes estudios sobre la reutilización del caucho reciclado proveniente de los neumáticos en desuso.

La mejor solución al problema que proponen los neumáticos en desuso, se basa en la búsqueda de vías que puedan valorizar este residuo con las condiciones económicas admisibles y en cantidades suficientes para evitar en un futuro el depósito de los neumáticos en los botaderos.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

El objetivo general es analizar el comportamiento mecánico en las propiedades de las Mezclas Asfálticas adicionándole Caucho por la técnica de vía seca en relación a la mezcla convencional.

1.6.2 Objetivo Específicos

Analizar el peso unitario y el porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica en caliente.

Determinar la estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica en caliente.

Evaluar los vacíos de agregado mineral y vacíos llenos de asfalto de la mezcla asfáltica en caliente.

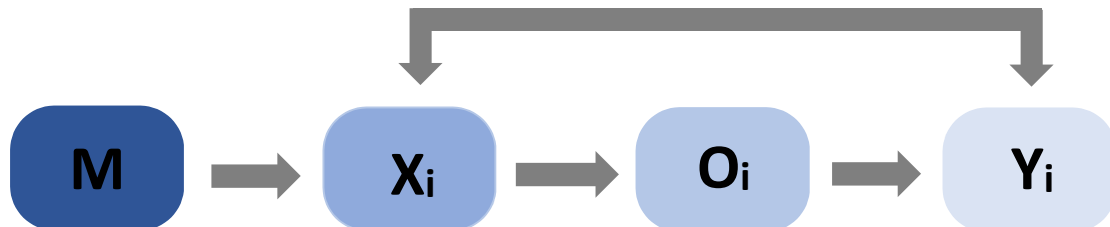
Como hipótesis se plantea que el comportamiento de las mezclas asfálticas al adicionarle caucho mejora las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas.

II. MÉTODO

2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de diseño de Investigación es No Experimental

No Experimental: Correlacional



Donde:

M: Muestra : Cantidad de briquetas (Mezcla Asfáltica)

Xi: Variable Independiente : Adición de caucho por la técnica de vía seca

Oi: Resultados : Resultados

Yi: Variable Dependiente : Comportamiento de las Mezclas Asfálticas

2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN:

Variable Independiente:

Adición del caucho por la técnica de vía seca

Variable Dependiente:

Comportamiento de las Mezclas Asfálticas.

Definición Conceptual:

- Sustancia polímero-elástico que se incorpora en la mezcla asfáltica como agregado antes de adicionar el cemento asfáltico.
- Las mezclas asfálticas son materiales visco - elásticos cuyas propiedades, dependientes de la temperatura y la frecuencia de aplicación de cargas, condicionan su posterior comportamiento en servicio.

Definición Operacional:

- Se adicionó el caucho en tres porcentajes al 0.5%, 1.2% y 1.8%, con respecto al peso total de la briqueta.
- Se aplicó el método de diseño Marshall a las mezclas asfálticas a su vez se demostró la variación del comportamiento con gráficos comparativos a cada uno de los parámetros establecidos con la mezcla patrón y las mezclas adicionadas con caucho en su respectivo porcentaje. Se respetó las normas establecidas en las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG 2013) y Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras (EM2000).

Indicadores y Escala de Medición:

- Adición de Caucho (Razón)
- Peso Unitario (Nominal)
- Vacíos de Aire (Razón)
- Estabilidad (Nominal)
- Vacíos de agregado mineral (Razón)
- Flujo (Nominal)
- Vacíos llenos con asfalto (Razón)

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**Población:**

La población está constituida por un total de 48 briquetas.

Muestra:

En este trabajo se realizara una población muestral de 48 briquetas que se uso para realizar los ensayos de Marshall:

- Donde 12 briquetas se utilizaron para obtener el diseño patrón de la mezcla asfáltica en caliente.
- Se realizaron 12 briquetas para la realización del ensayo de Marshall con el componente caucho a un 0.5% del peso total.
- Se realizaron 12 briquetas para la realización del ensayo de Marshall con el componente caucho a un 1.2% del peso total.

- Se realizaron 12 briquetas para la realización del ensayo de Marshall con el componente caucho a un 1.8% del peso total.

N = 12 Briquetas (Muestra)

N' = 48 Briquetas (Población)

Unidades de Análisis: Cada uno de las briquetas.

2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

Técnicas de recolección:

La técnica que se usó en la investigación fue La Observación.

Instrumento:

El instrumento de recolección de datos empleado en la investigación se basó en ensayos de laboratorio de suelos sobre diseño de mezcla asfáltica en caliente.

Los ensayos que se utilizaron fueron:

- Análisis granulométrico del agregado grueso y fino (ASTM C 136-06).
- Contenido de Humedad del agregado grueso y fino (ASTM D-2216).
- Gravedad específica y absorción agregado grueso y fino (ASTM C-127).
- Ensayo Marshall AASHTO T-245 ASTM D-1559.

2.5 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS:

Análisis descriptivo:

Para el análisis de datos de la presente tesis se realizaron 04 etapas que Son las siguientes:

Etapas Inicial o Preliminar

Esta etapa consistió básicamente en la organización de las actividades a realizarse, tal como recopilación de información a través de bibliografías, planeamiento de las actividades de campo y trabajos de gabinete, estableciendo una fecha para cada tarea.

Etapa de Campo

En esta etapa se compró los agregados pétreos (piedra y arena), así como el líquido asfáltico PEN 60/70 que fue traído de Samanco y fueron llevados al laboratorio de mecánica de suelos.

Etapa de laboratorio:

En esta etapa se realizaron los ensayos en el laboratorio de **Mecánica de suelos de la Universidad San Pedro**, los cuales son:

- Análisis granulométrico del agregado grueso y fino (ASTM C 136-06).
- Contenido de Humedad del agregado grueso (ASTM D-2216).
- Contenido de Humedad del agregado fino (ASTM D-2216).
- Gravedad específica y absorción agregado grueso (ASTM C-127).
- Gravedad específica y absorción agregado fino (ASTM C-127).
- Ensayo Marshall AASHTO T-245 ASTM D-1559

Etapa de Gabinete

Esta etapa consistió en la interpretación y procesamiento de datos obtenidos para determinar el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente con adición de Caucho. En el proceso se empleó el software Excel, siguiendo la normativa AASHTO T-245 ASTM D-1559 para diseño de mezcla asfáltica en caliente.

2.6 ASPECTOS ÉTICOS:

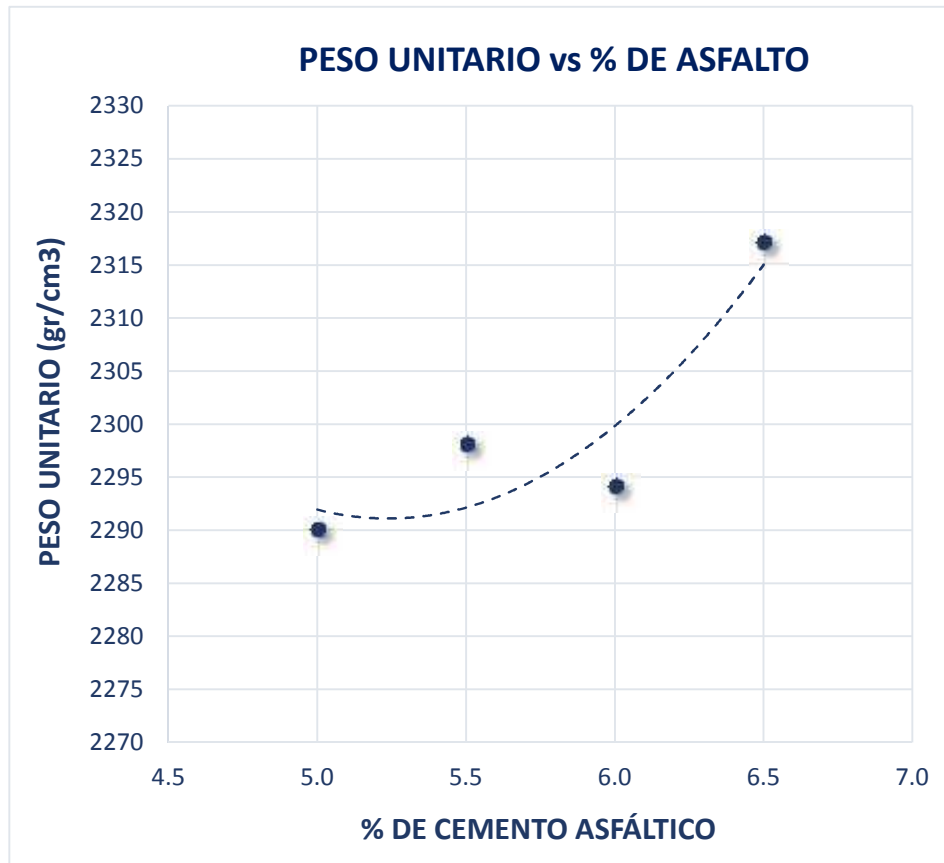
Esta investigación cumple con los siguientes compromisos éticos.

- Se garantizó la originalidad del presente estudio.
- Se respetó la originalidad de los datos recopilados.
- Se tuvo en cuenta la veracidad y honestidad de los resultados, lo que implica que no fue copiado de otros investigadores, respetando la propiedad intelectual del investigador.

III. RESULTADOS

Resultados Obtenidos del Ensayo Marshall de la Mezcla Asfáltica en Caliente (Patrón).

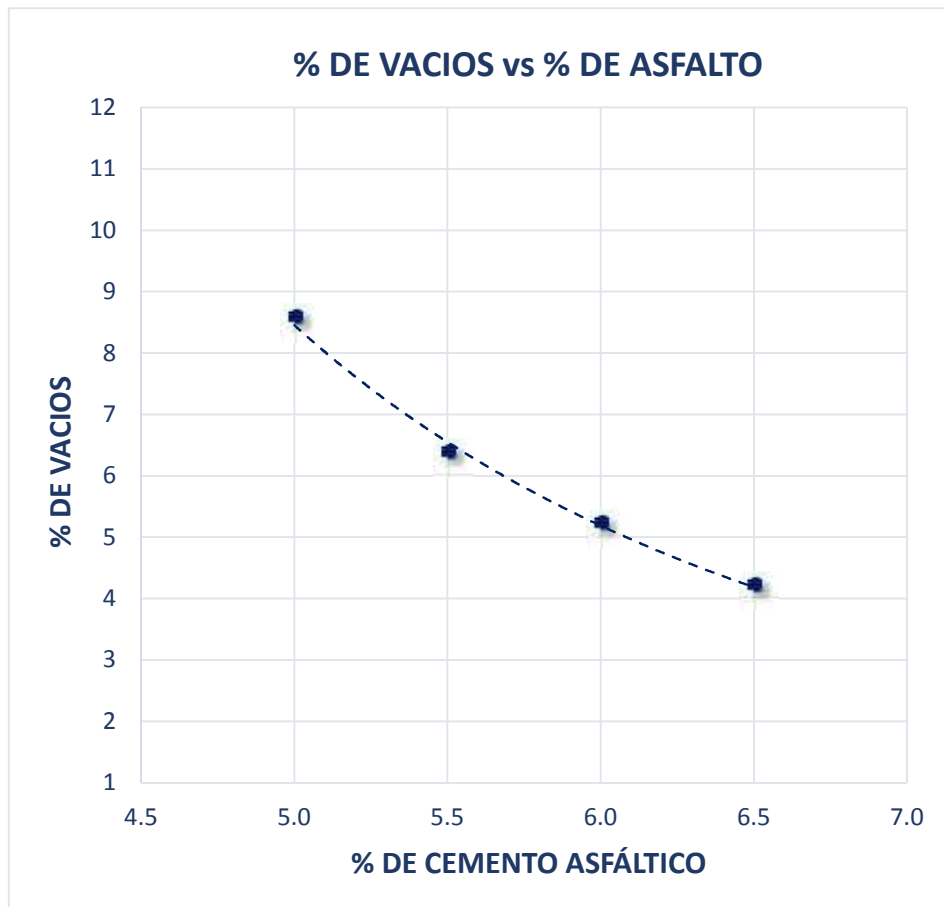
Gráfico N°1



DESCRIPCIÓN: El peso unitario promedio de las briquetas es; para 5.0% de asfalto 2.290 gr/cm³; para 5.5% de asfalto 2.298 gr/cm³; para 6.0% de asfalto 2.294 gr/cm³; para 6.5% de asfalto 2.317 gr/cm³.

INTERPRETACIÓN: En la gráfica podemos observar que al aumentar el porcentaje de contenido de asfalto el peso unitario de la briketa aumenta, siendo esencial el peso unitario en la determinación del porcentaje de vacíos de un pavimento compactado.

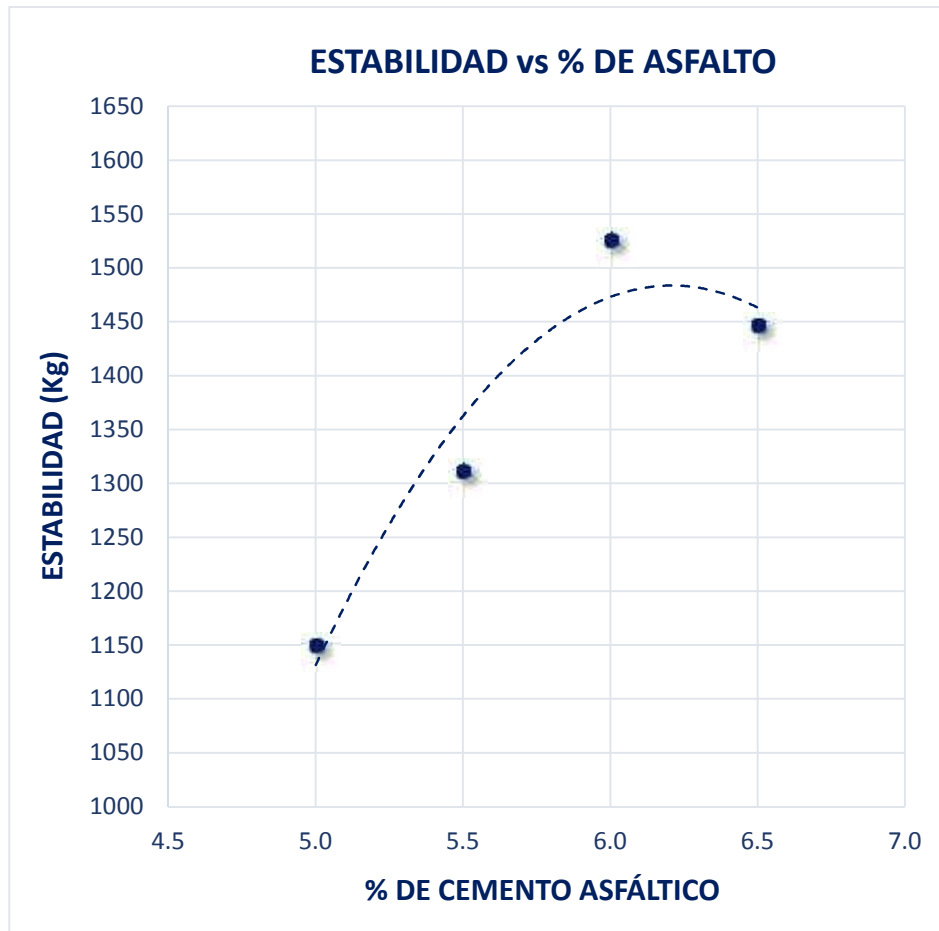
Gráfico N°2



DESCRIPCIÓN: El % de vacíos promedio de las briquetas son; para 5.0% de asfalto 8.58%; para 5.5% de asfalto 6.38%; para 6.0% de asfalto 5.22%; para 6.5% de asfalto 4.21%.

INTERPRETACIÓN: En la gráfica observamos que al aumentar el porcentaje de contenido de asfalto el porcentaje de vacíos de la briqueta se reduce, permitiendo la permeabilidad de una mezcla asfáltica teniendo relación con la durabilidad de un pavimento.

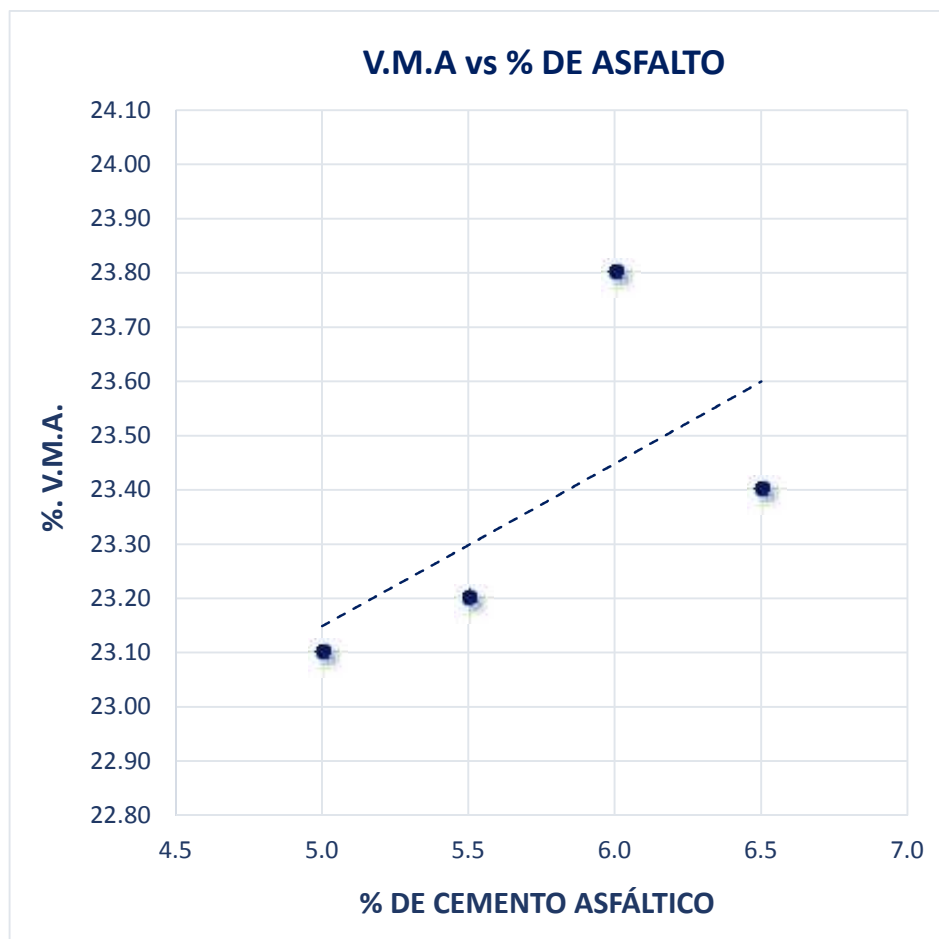
Gráfico N°3



DESCRIPCIÓN: La estabilidad promedio de las briquetas son; para 5.0% de asfalto 1149 kg; para 5.5% de asfalto 1311 kg; para 6.0% de asfalto 1525 kg; para 6.5% de asfalto 1446 kg.

INTERPRETACIÓN: En la gráfica podemos observar que al aumentar el porcentaje de contenido de asfalto, la estabilidad de la briqueta aumenta debido a que la estabilidad indica la resistencia de una mezcla a la deformación por lo tanto si un valor de estabilidad es bueno, entonces un valor más alto será mucho mejor.

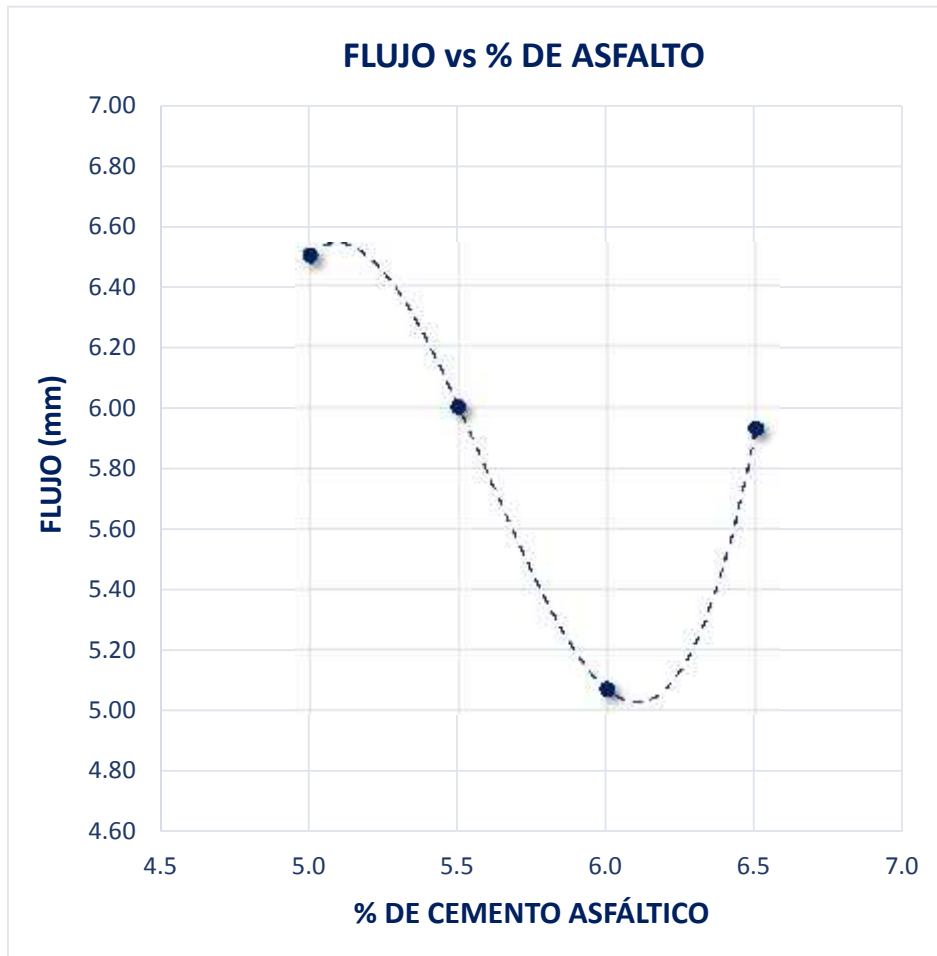
Gráfico N°4



DESCRIPCIÓN: El porcentaje de agregado mineral promedio de las briquetas son; para 5.0% de asfalto 23.10%; para 5.5% de asfalto 23.20%; para 6.0% de asfalto 23.80%; para 6.5% de asfalto 23.40%.

INTERPRETACIÓN: En la gráfica podemos observar que al aumentar el porcentaje de contenido de asfalto el porcentaje de agregado mineral de la briqueta aumenta teniendo en cuenta que con altos porcentajes de vacíos en el agregado mineral, la película de asfalto será más gruesa y la mezcla será más durable.

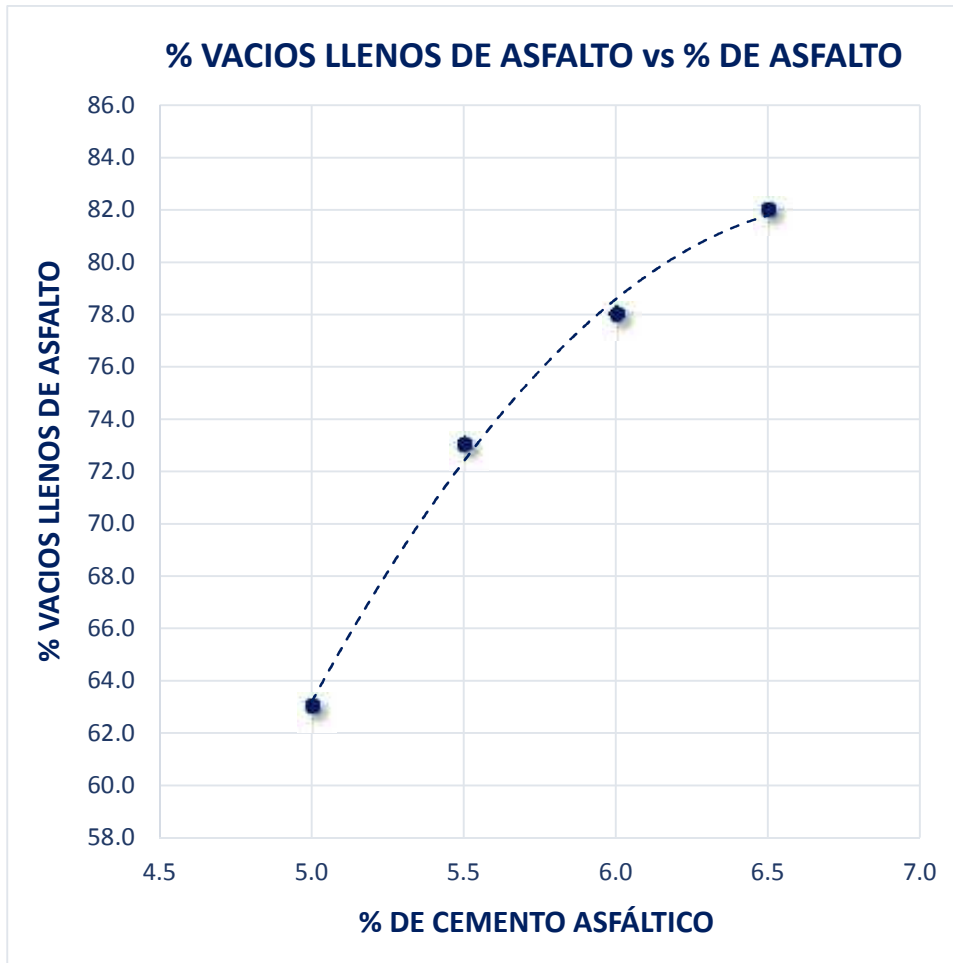
Gráfico N°5



DESCRIPCIÓN: El flujo promedio de las briquetas son; para 5.0% de asfalto 6.50mm; para 5.5% de asfalto 6.00mm; para 6.0% de asfalto 5.07mm; para 6.5% de asfalto 5.93 mm.

INTERPRETACIÓN: En la gráfica podemos observar que al aumentar el porcentaje de contenido de asfalto; el flujo de la briqueta disminuye hasta el 6.0% y luego aumenta en el 6.5%, obteniendo que el valor de fluencia representa la deformación de la briqueta.

Gráfico N°6

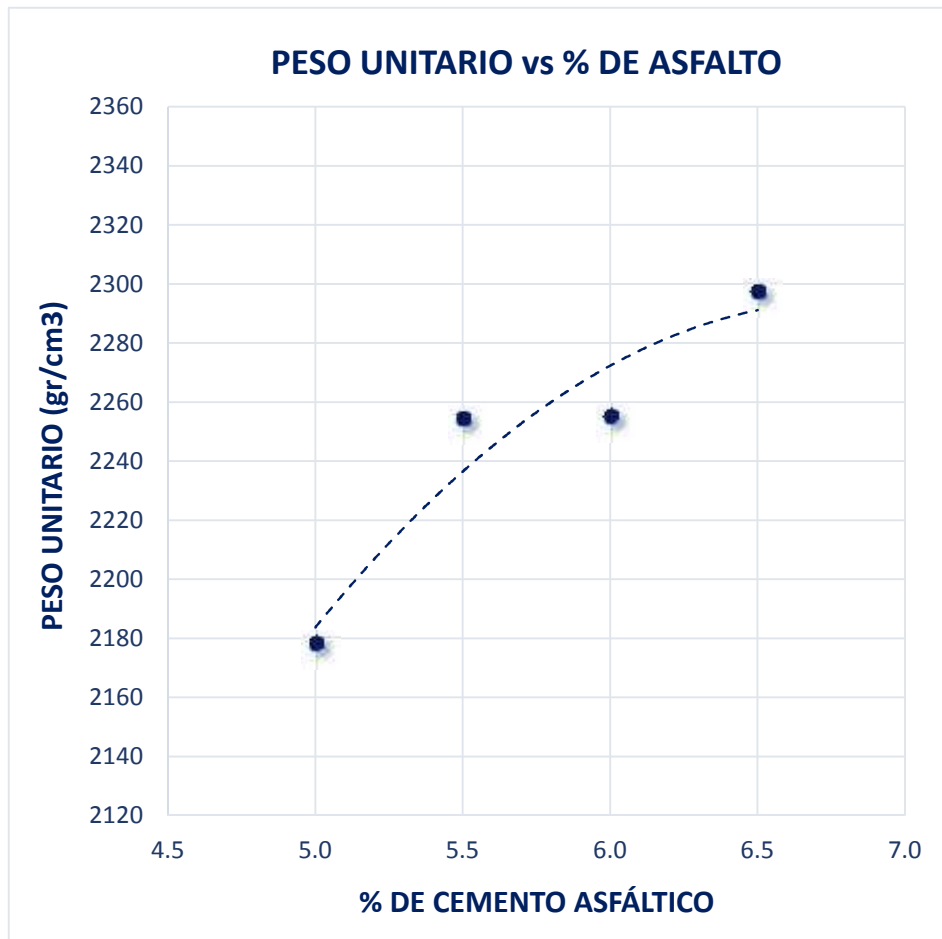


DESCRIPCIÓN: El porcentaje de vacíos llenos con asfalto promedio de las briquetas son; para 5.0% de asfalto 63%; para 5.5% de asfalto 73%; para 6.0% de asfalto 78%; para 6.5% de asfalto 82%.

INTERPRETACIÓN: En la gráfica podemos observar que al aumentar el porcentaje de contenido de asfalto el porcentaje de vacíos llenos con asfalto, aumenta parcialmente con el porcentaje de vacíos en el agregado mineral obteniendo una película de asfalto más gruesa y una mezcla más durable.

Resultados Obtenidos del Ensayo Marshall de la Mezcla Asfáltica en Caliente con 0.5% de Caucho.

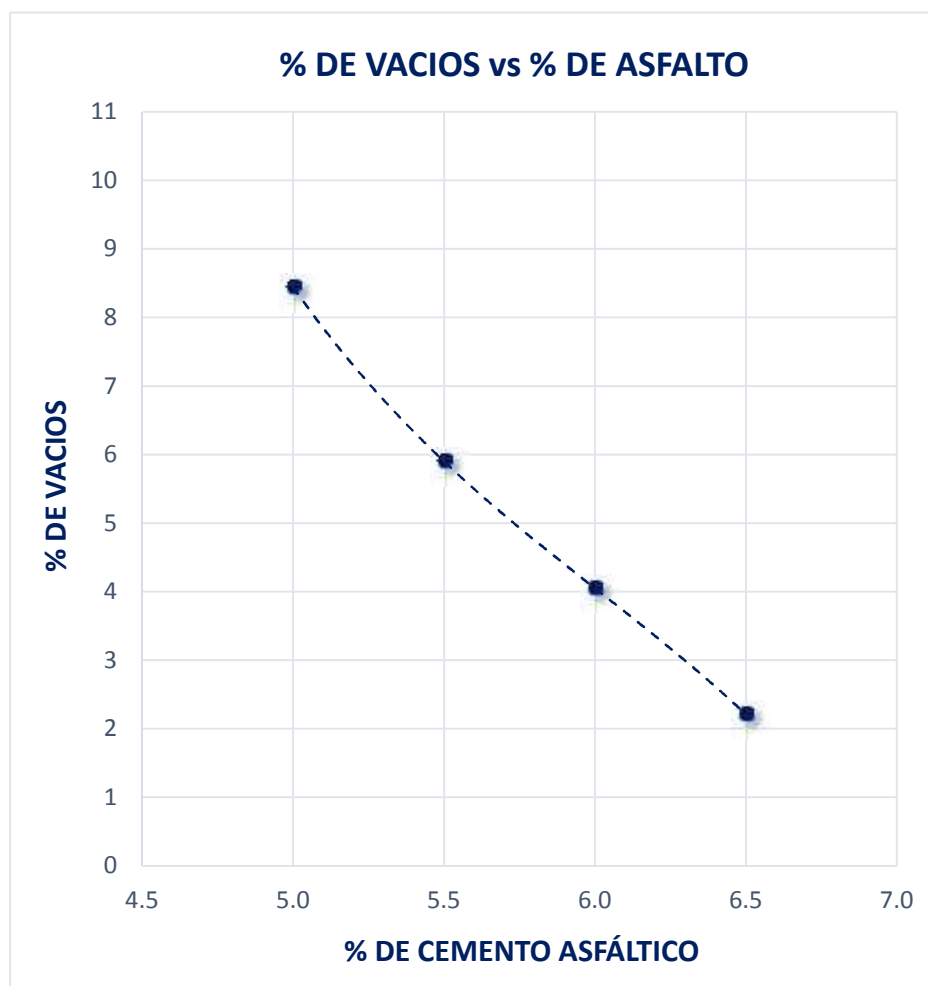
Gráfico N°7



DESCRIPCIÓN: El peso unitario promedio de las briquetas son; para 5.0% de asfalto 2.178 gr/cm³; para 5.5% de asfalto 2.254 gr/cm³; para 6.0% de asfalto 2.255 gr/cm³; para 6.5% de asfalto 2.297 gr/cm³.

INTERPRETACIÓN: En la gráfica podemos observar que al aumentar el porcentaje de contenido de asfalto el peso unitario de la briqueta aumenta. Siendo esencial el peso unitario en la determinación del porcentaje de vacíos de un pavimento compactado.

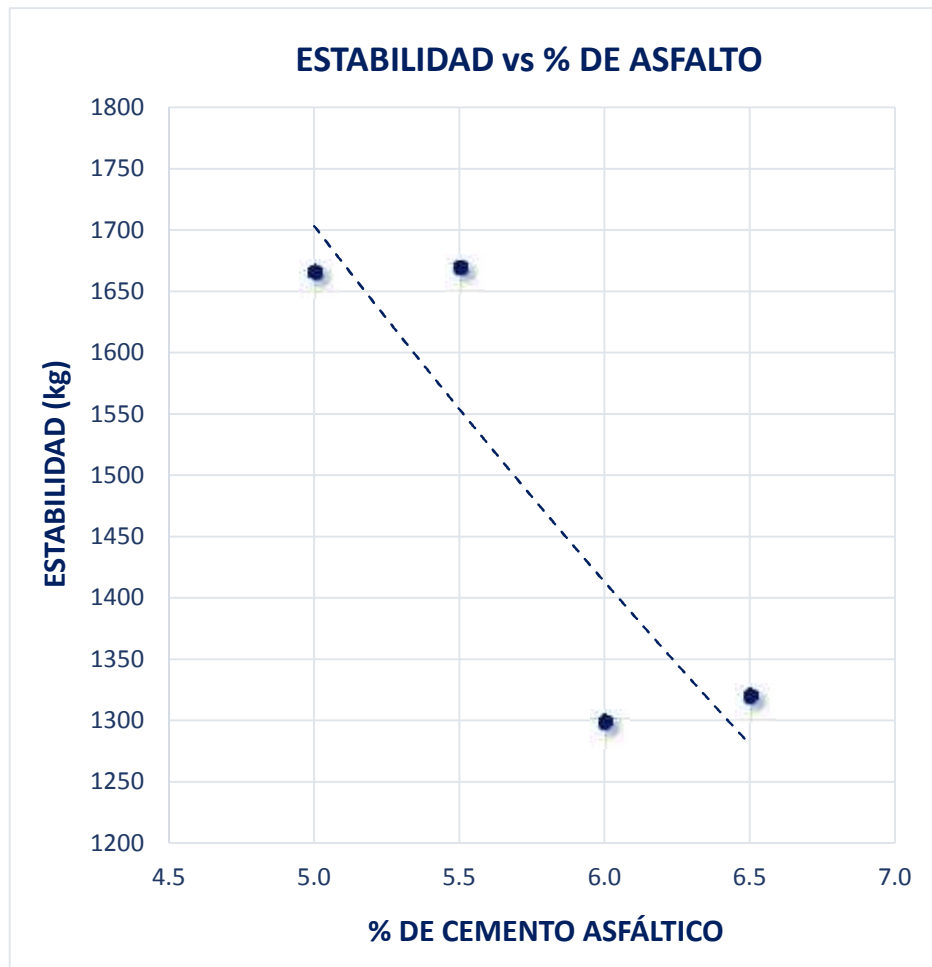
Gráfico N°8



DESCRIPCIÓN: El porcentaje de vacíos promedio de las briquetas son; para 5.0% de asfalto 8.44 %; para 5.5% de asfalto 5.90 %; para 6.0% de asfalto 4.05 %; para 6.5% de asfalto 2.21%.

INTERPRETACIÓN: En la gráfica observamos que al aumentar el porcentaje de contenido de asfalto el porcentaje de vacíos de la briqueta se reduce, permitiendo la permeabilidad de una mezcla asfáltica teniendo relación con la durabilidad de un pavimento.

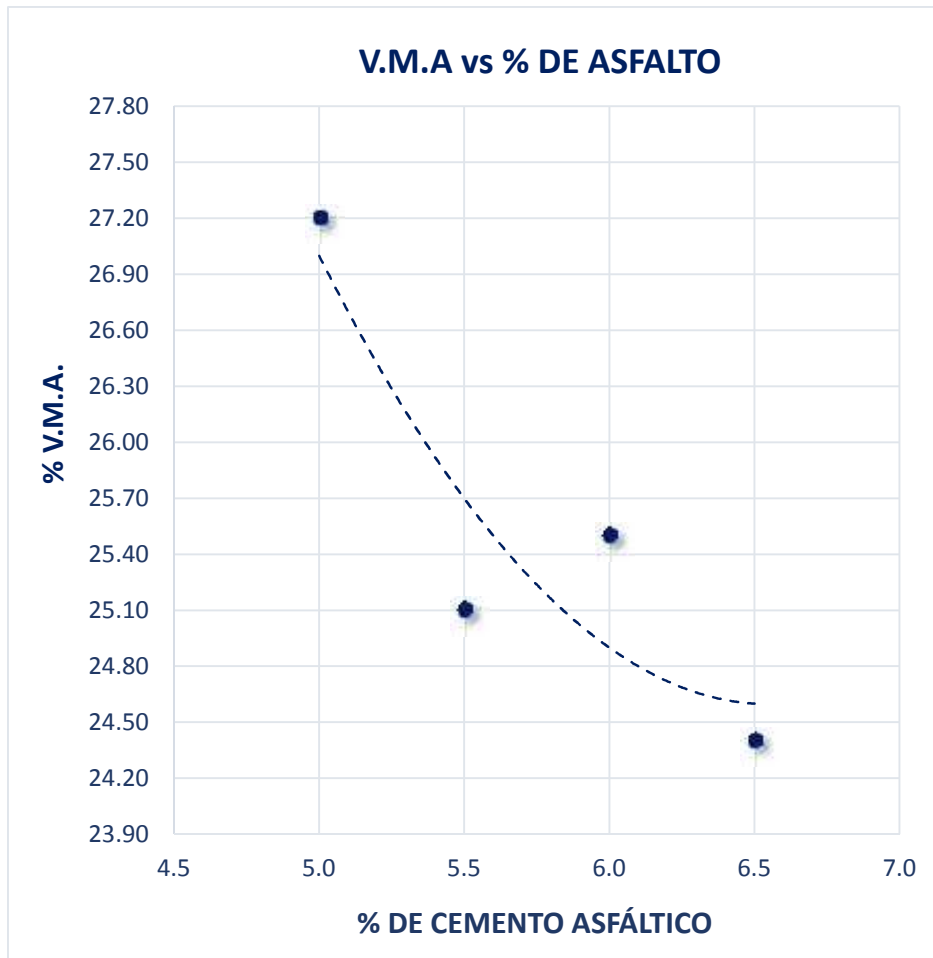
Gráfico N°9



DESCRIPCIÓN: La estabilidad promedio de las briquetas son; para 5.0% de asfalto 1665 kg; para 5.5% de asfalto 1669 kg; para 6.0% de asfalto 1298 kg; para 6.5% de asfalto 1319 kg.

INTERPRETACIÓN: En la gráfica podemos observar que al aumentar el porcentaje de contenido de asfalto, la estabilidad de la briqueta disminuye, debido a que la estabilidad indica la resistencia de una mezcla a la deformación, por lo tanto, si el valor de estabilidad es bajo, menor es su resistencia.

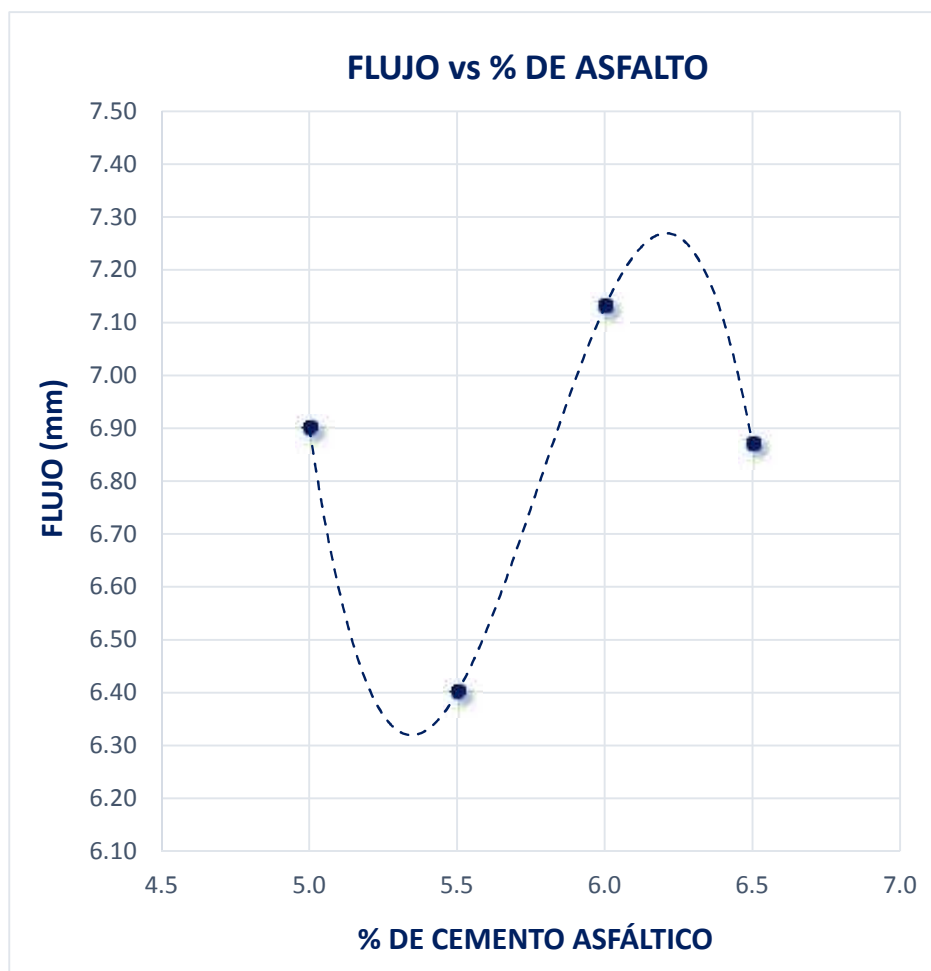
Gráfico N°10



DESCRIPCIÓN: El porcentaje de agregado mineral promedio de las briquetas son; para 5.0% de asfalto 27.20 %; para 5.5% de asfalto 25.10 %; para 6.0% de asfalto 25.50 %; para 6.5% de asfalto 24.40 %.

INTERPRETACIÓN: En la gráfica podemos observar que al aumentar el porcentaje de contenido de asfalto, el porcentaje de agregado mineral de la briqueta disminuye teniendo en cuenta que la película de asfalto será más delgada y la mezcla será menos durable.

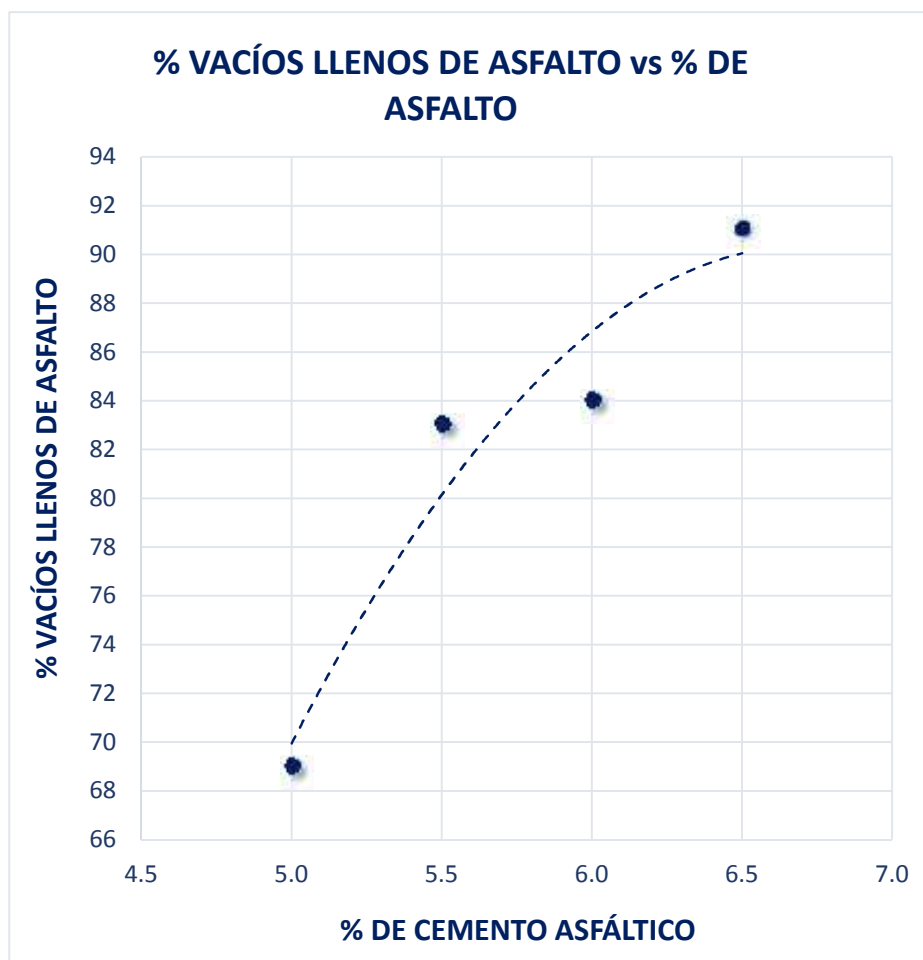
Gráfico N°11



DESCRIPCIÓN: El flujo promedio de las briquetas son; para 5.0% de asfalto 6.90 mm; para 5.5% de asfalto 6.40 mm; para 6.0% de asfalto 7.13 mm; para 6.5% de asfalto 6.87 mm.

INTERPRETACIÓN: En la gráfica podemos observar que al aumentar el porcentaje de contenido de asfalto el flujo de la briketa disminuye hasta el 5.5% y luego aumenta en el 6.0%, obteniendo que el valor de Fluencia representa la deformación de la briketa.

Gráfico N°12

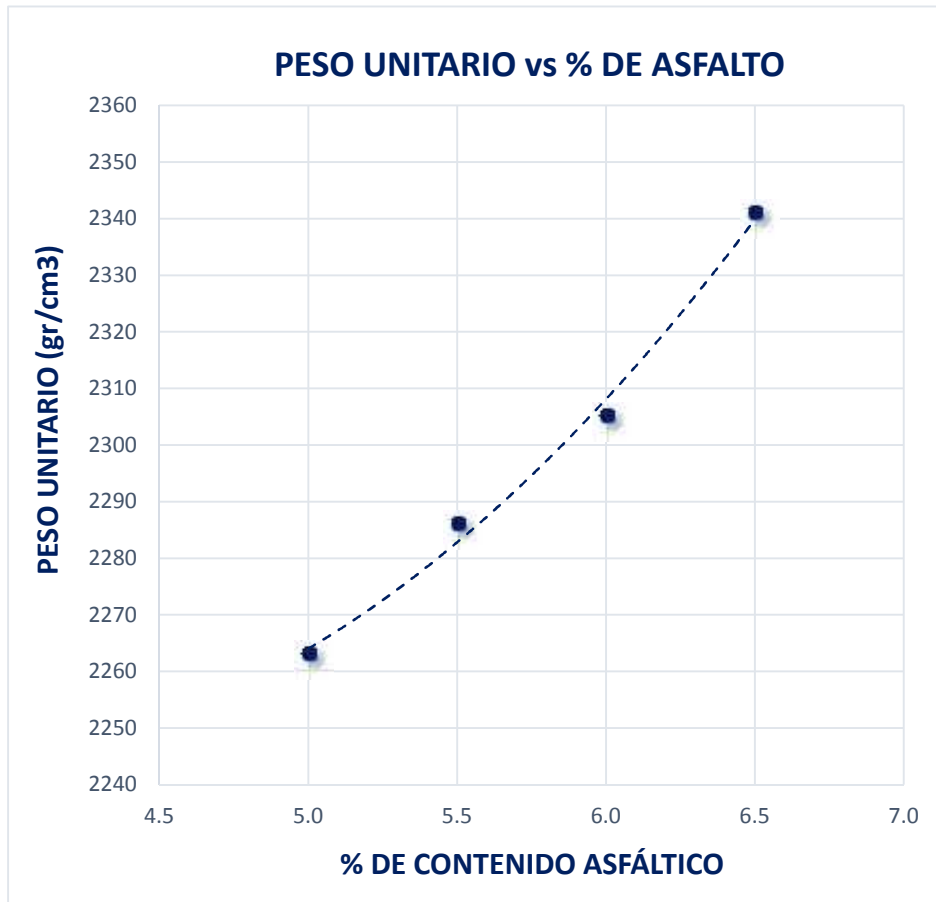


DESCRIPCIÓN: El porcentaje de vacíos llenos con asfalto promedio de las briquetas son; para 5.0% de asfalto 69 %; para 5.5% de asfalto 83 %; para 6.0% de asfalto 84 %; para 6.5% de asfalto 91 %.

INTERPRETACIÓN: En la gráfica podemos observar que al aumentar el porcentaje de contenido de asfalto el porcentaje de vacíos llenos con asfalto aumenta parcialmente obteniendo una película de asfalto más gruesa y una mezcla más durable.

Resultados Obtenidos del Ensayo Marshall de la Mezcla Asfáltica en Caliente con 1.2% de Caucho.

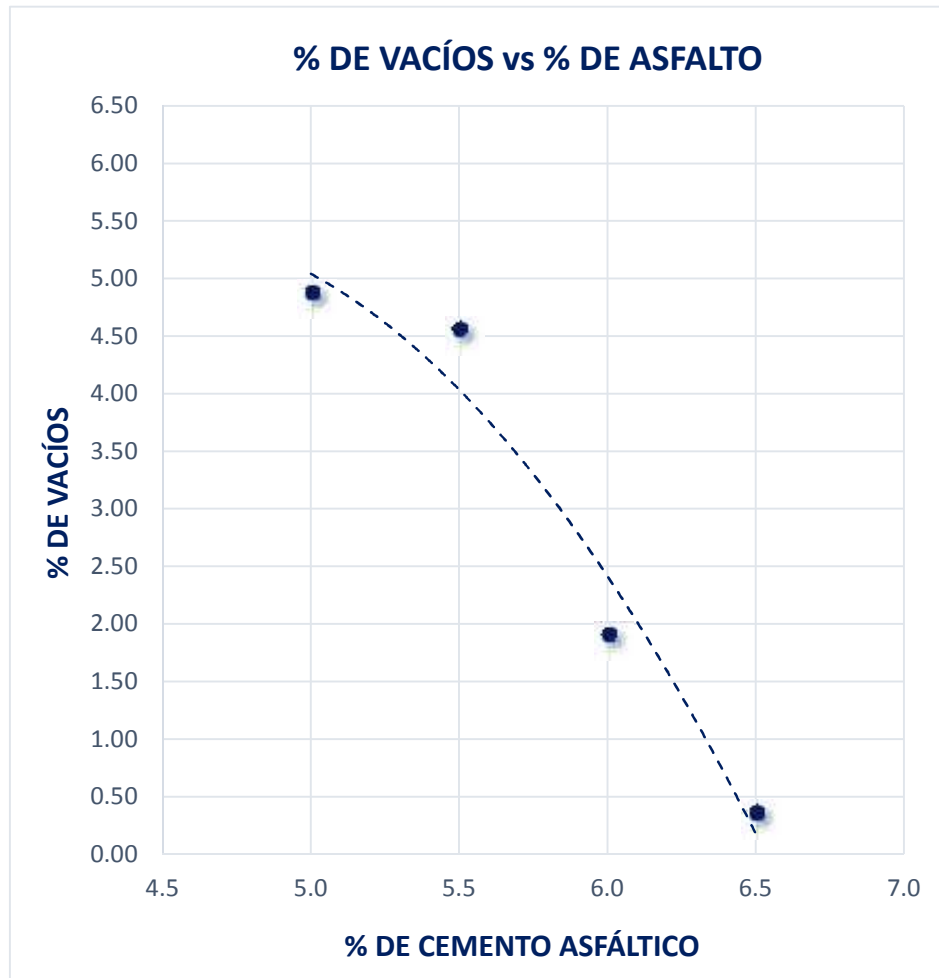
Gráfico N°13



DESCRIPCIÓN: El peso unitario promedio de las briquetas son; para 5.0% de asfalto 2.263 gr/cm³; para 5.5% de asfalto 2.286 gr/cm³; para 6.0% de asfalto 2.305 gr/cm³; para 6.5% de asfalto 2.341 gr/cm³.

INTERPRETACIÓN: En la gráfica podemos observar que al aumentar el porcentaje de contenido de asfalto el peso unitario de la briqueta aumenta, siendo esencial el peso unitario en la determinación del porcentaje de vacíos de un pavimento compactado.

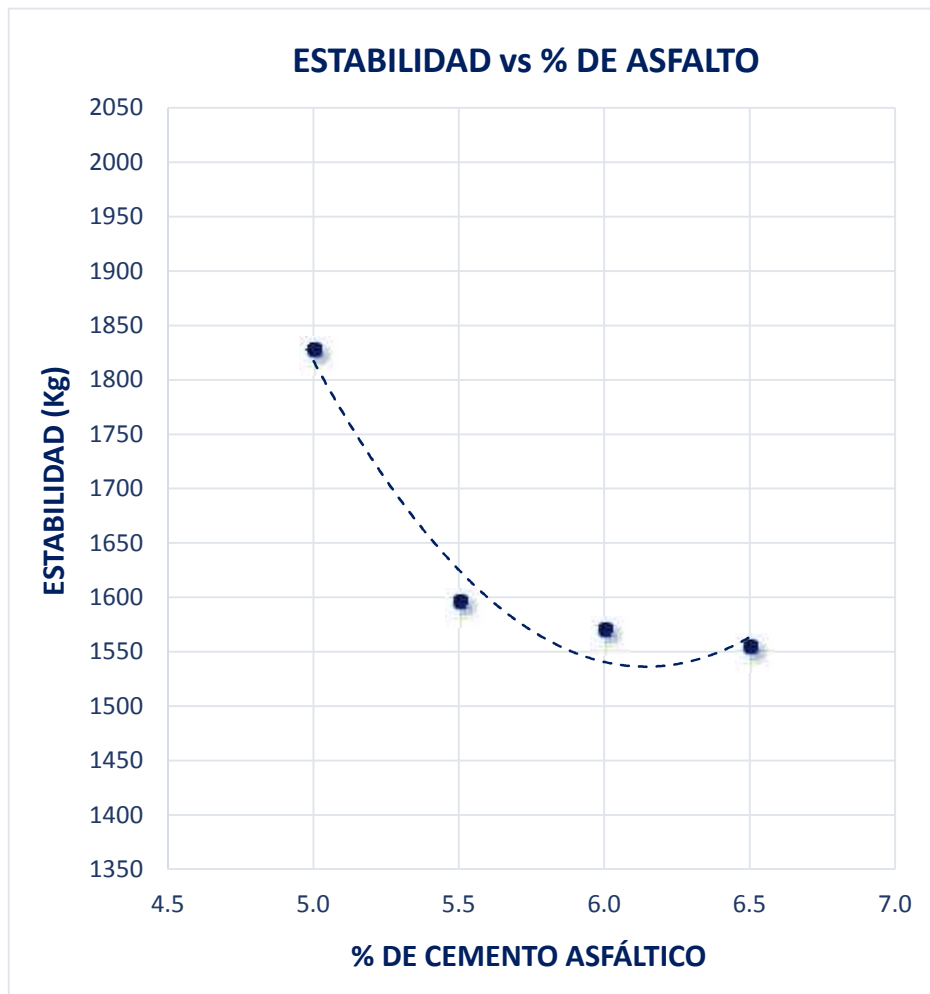
Gráfico N°14



DESCRIPCIÓN: El porcentaje de vacíos promedio de las briquetas son; para 5.0% de asfalto 4.87 %; para 5.5% de asfalto 4.55 %; para 6.0% de asfalto 1.90 %; para 6.5% de asfalto 0.35 %.

INTERPRETACIÓN: En la gráfica observamos que al aumentar el porcentaje de contenido de asfalto; el porcentaje de vacíos de la briqueta se reduce, permitiendo la permeabilidad de una mezcla asfáltica teniendo relación con la durabilidad de un pavimento.

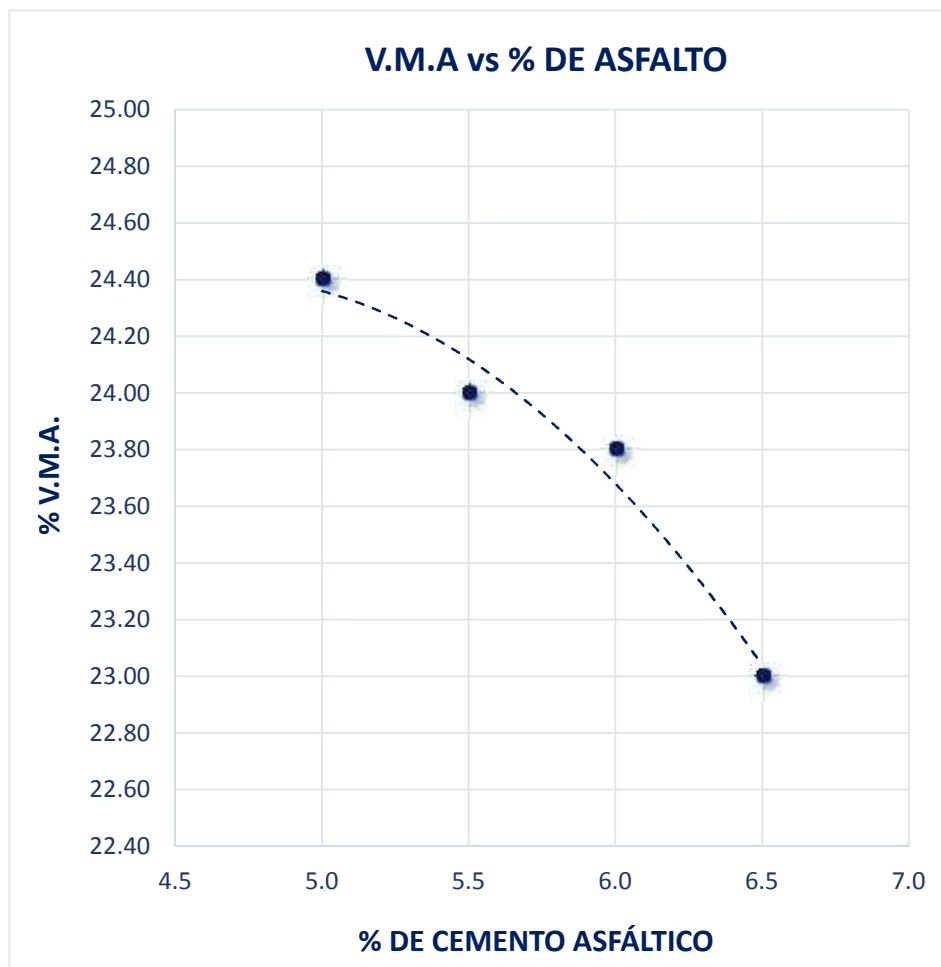
Gráfico N°15



DESCRIPCIÓN: La estabilidad promedio de las briquetas son; para 5.0% de asfalto 1827 kg; para 5.5% de asfalto 1596 kg; para 6.0% de asfalto 1570 kg; para 6.5% de asfalto 1554 kg.

INTERPRETACIÓN: En la gráfica podemos observar que al aumentar el porcentaje de contenido de asfalto, la estabilidad de la briqueta disminuye, debido a que la estabilidad indica la resistencia de una mezcla a la deformación, por lo tanto, si el valor de estabilidad es bajo, menor es su resistencia.

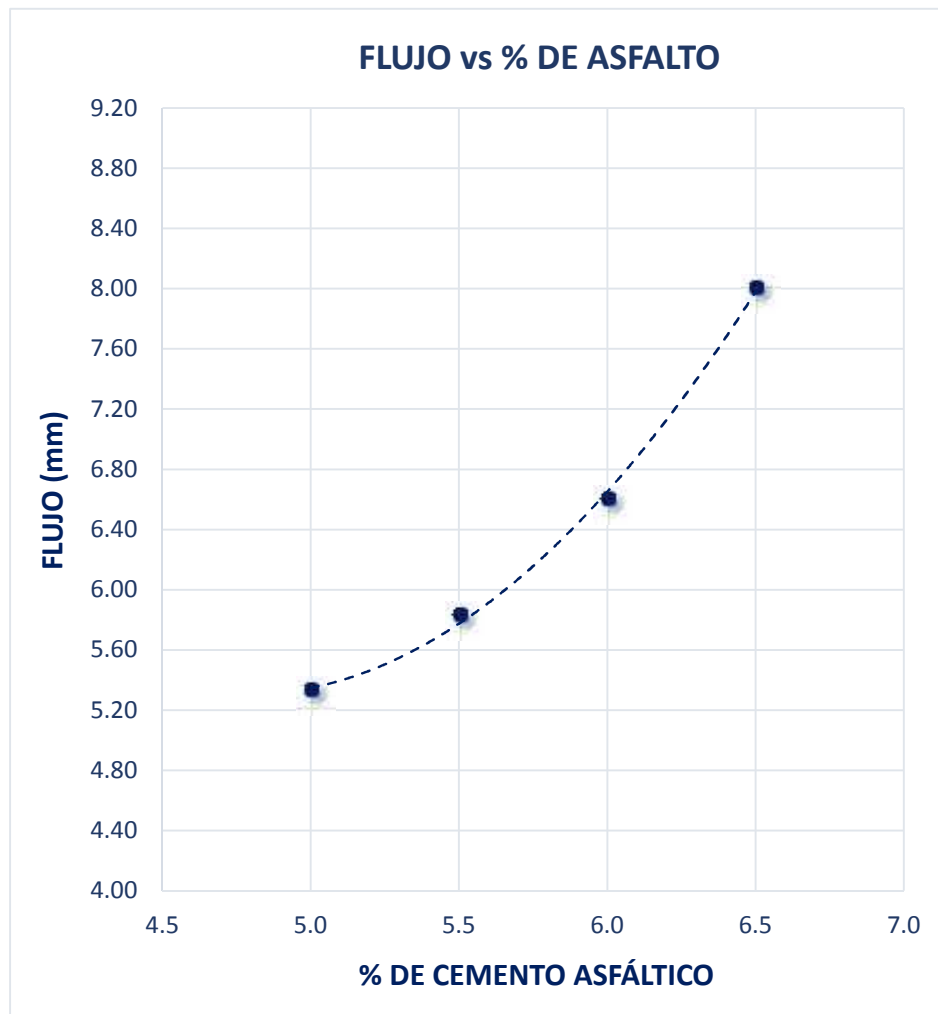
Gráfico N°16



DESCRIPCIÓN: El porcentaje de agregado mineral promedio de las briquetas son; para 5.0% de asfalto 24.40 %; para 5.5% de asfalto 24.00 %; para 6.0% de asfalto 23.80 %; para 6.5% de asfalto 23.00 %.

INTERPRETACIÓN: En la gráfica podemos observar que al aumentar el porcentaje de contenido de asfalto el porcentaje de agregado mineral de la briqueta disminuye teniendo en cuenta que la película de asfalto será más delgada y la mezcla será menos durable.

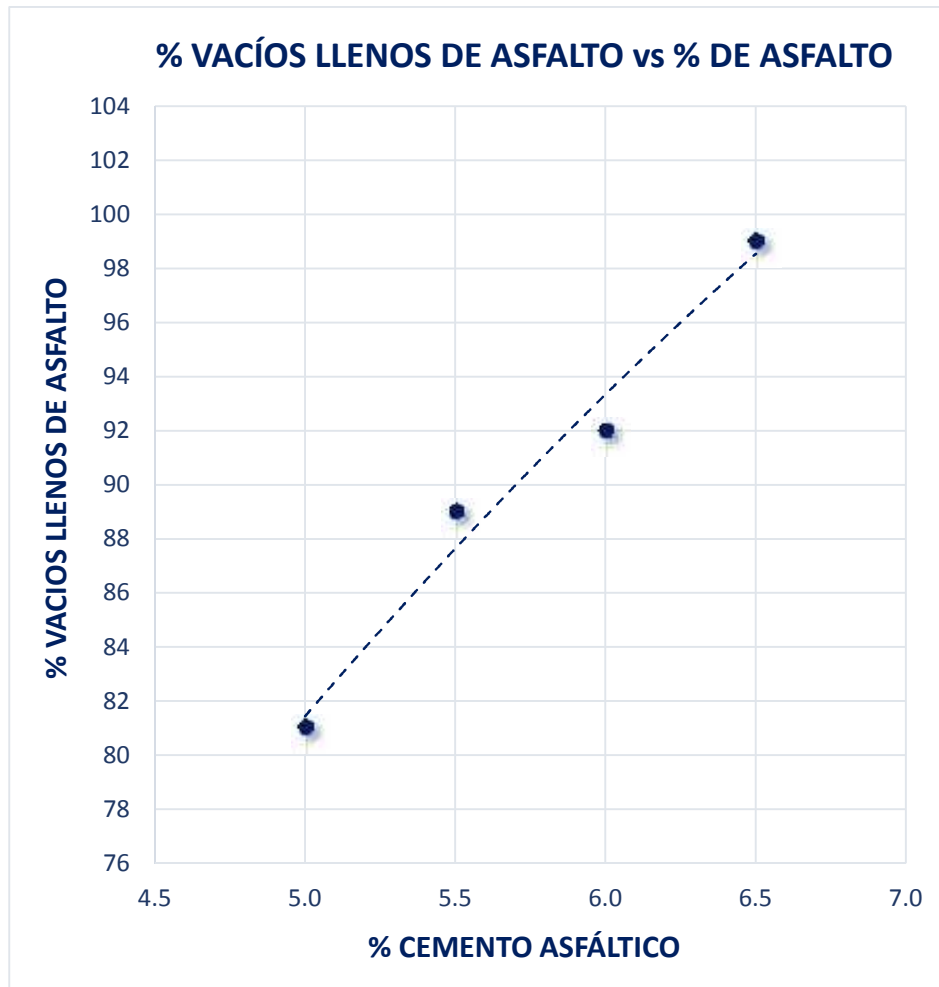
Gráfico N°17



DESCRIPCIÓN: El flujo promedio de las briquetas son; para 5.0% de asfalto 5.33 mm; para 5.5% de asfalto 5.83 mm; para 6.0% de asfalto 6.60 mm; para 6.5% de asfalto 8.00 mm.

INTERPRETACIÓN: En la gráfica podemos observar que al aumentar el porcentaje de contenido de asfalto el flujo de la briqueta aumenta, obteniendo que el valor de Fluencia representa la deformación de la briqueta.

Grafico N°18

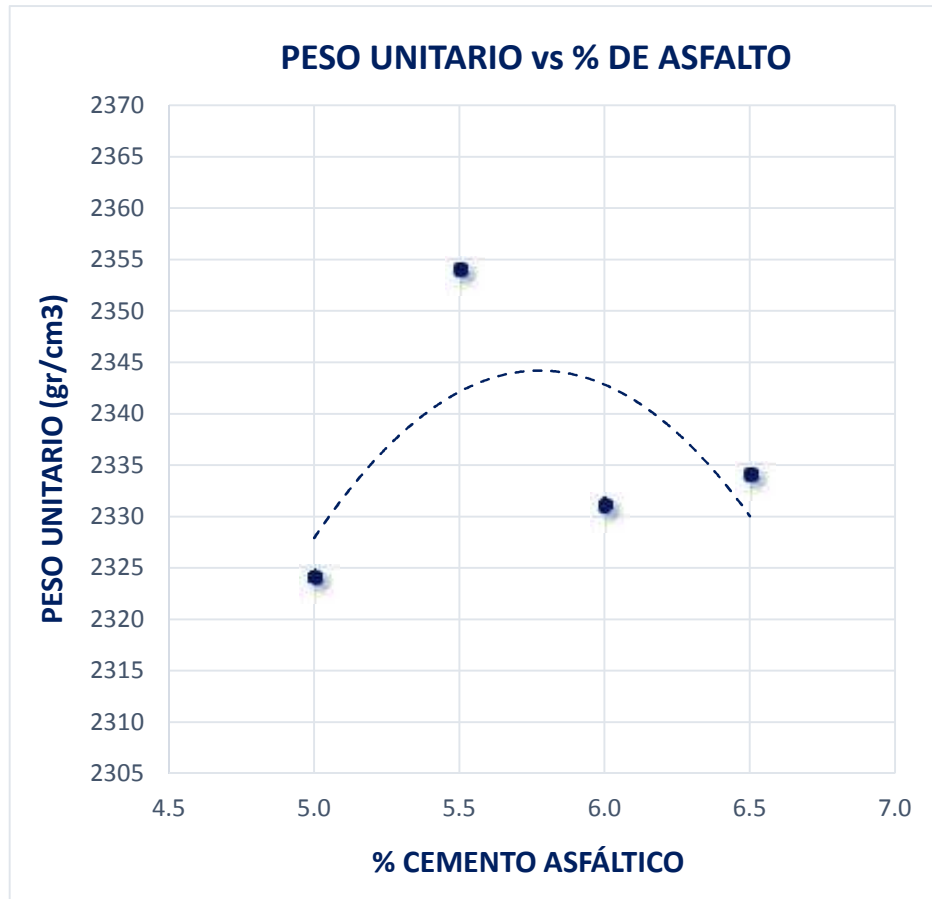


DESCRIPCIÓN: El porcentaje de vacíos llenos con asfalto promedio de las briquetas son; para 5.0% de asfalto 81 %; para 5.5% de asfalto 89 %; para 6.0% de asfalto 92 %; para 6.5% de asfalto 99 %.

INTERPRETACIÓN: En la gráfica podemos observar que al aumentar el porcentaje de contenido de asfalto el porcentaje de vacíos llenos con asfalto, aumenta parcialmente obteniendo una película de asfalto más gruesa y una mezcla más durable.

Resultados Obtenidos del Ensayo Marshall de la Mezcla Asfáltica en Caliente con 1.8% de Caucho.

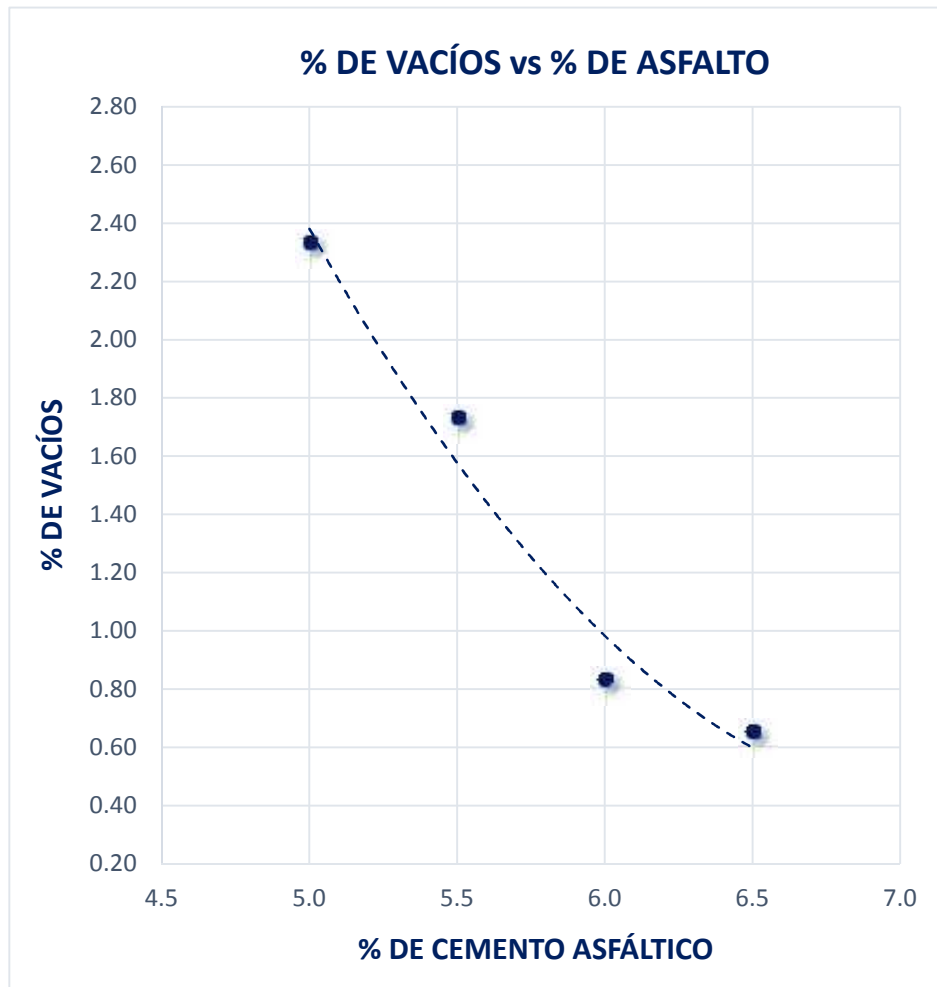
Gráfico N°19



DESCRIPCIÓN: El peso unitario promedio de las briquetas son; para 5.0% de asfalto 2.324 gr/cm³; para 5.5% de asfalto 2.354 gr/cm³; para 6.0% de asfalto 2.331 gr/cm³; para 6.5% de asfalto 2.334 gr/cm³.

INTERPRETACIÓN: En la gráfica podemos observar que al aumentar el porcentaje de contenido de asfalto, el peso unitario de la briqueta aumenta, siendo esencial el peso unitario en la determinación del porcentaje de vacíos de un pavimento compactado.

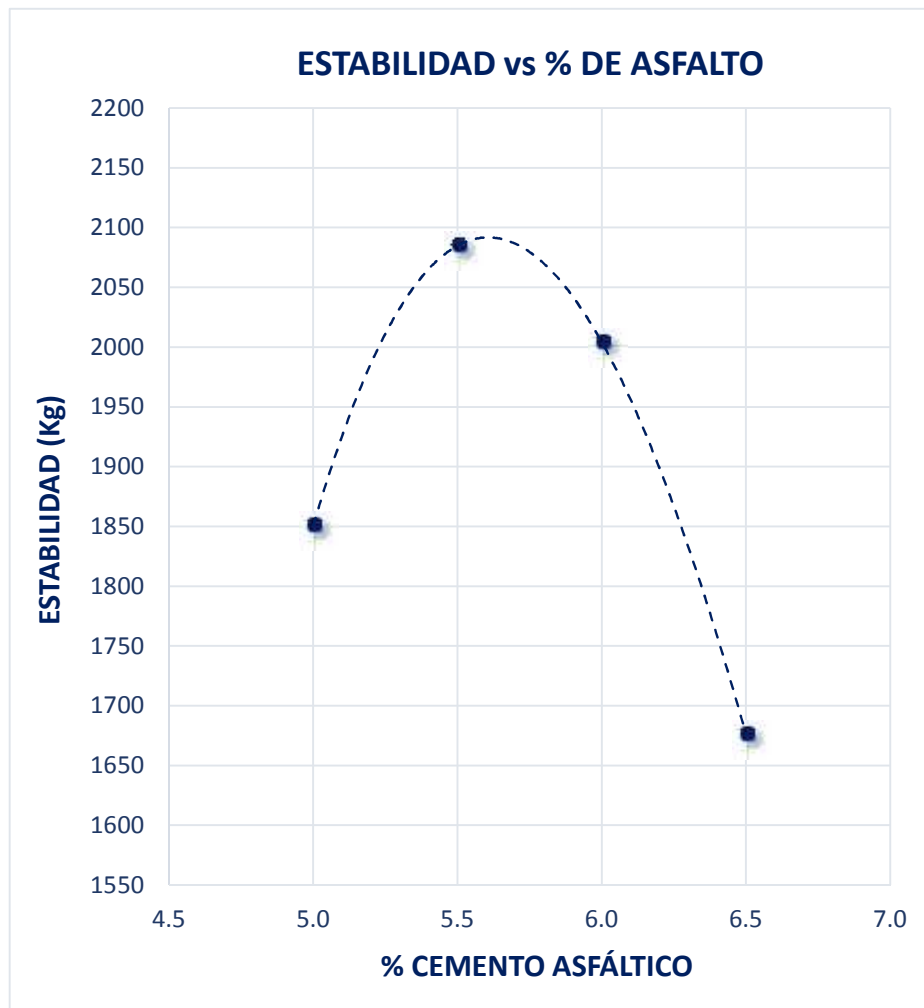
Gráfico N°20



DESCRIPCIÓN: El % de vacíos promedio de las briquetas son; para 5.0% de asfalto 2.33 %; para 5.5% de asfalto 1.73 %; para 6.0% de asfalto 0.83 %; para 6.5% de asfalto 0.65 %.

INTERPRETACIÓN: En la gráfica observamos que al aumentar el porcentaje de contenido de asfalto el porcentaje de vacíos de la briqueta se reduce, permitiendo la permeabilidad de una mezcla asfáltica teniendo relación con la durabilidad de un pavimento.

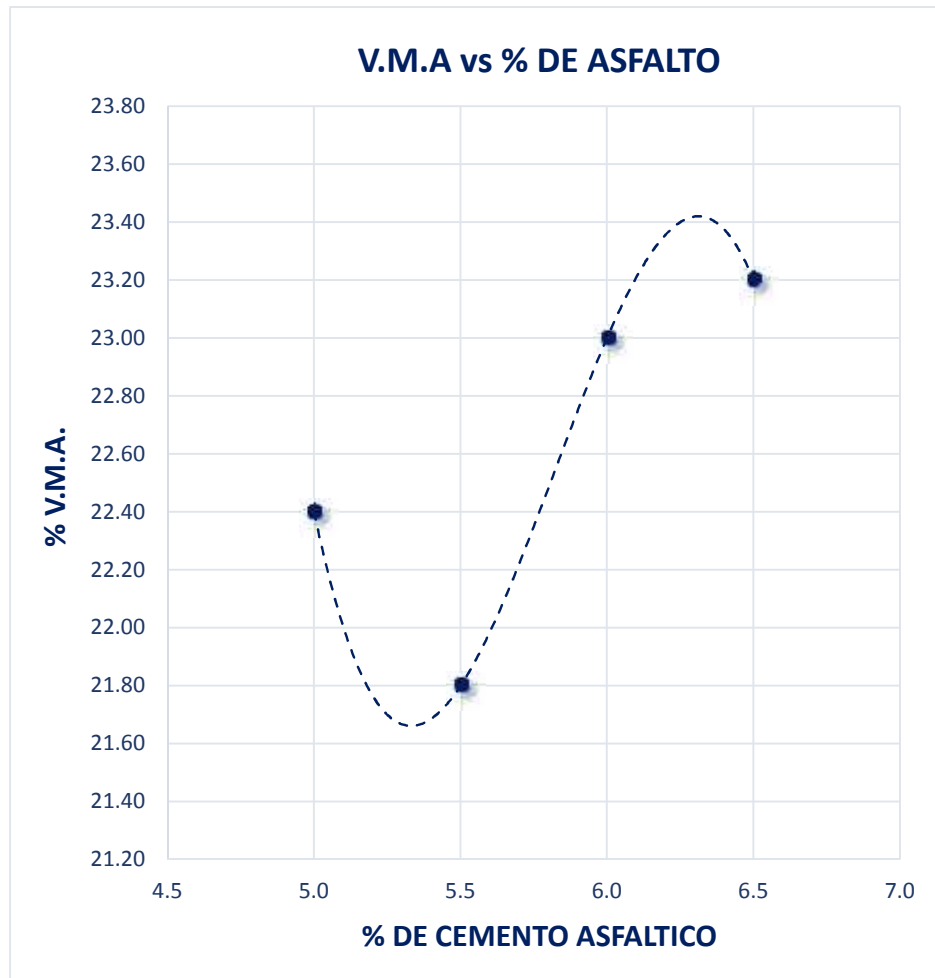
Gráfico N°21



DESCRIPCIÓN: La estabilidad promedio de las briquetas son; para 5.0% de asfalto 1851 kg; para 5.5% de asfalto 2085 kg; para 6.0% de asfalto 2004 kg; para 6.5% de asfalto 1676 kg.

INTERPRETACIÓN: En la gráfica podemos observar que al aumentar el porcentaje de contenido de asfalto, la estabilidad de la briqueta disminuye, debido a que la estabilidad indica la resistencia de una mezcla a la deformación, por lo tanto, si el valor de estabilidad es bajo, menor es su resistencia.

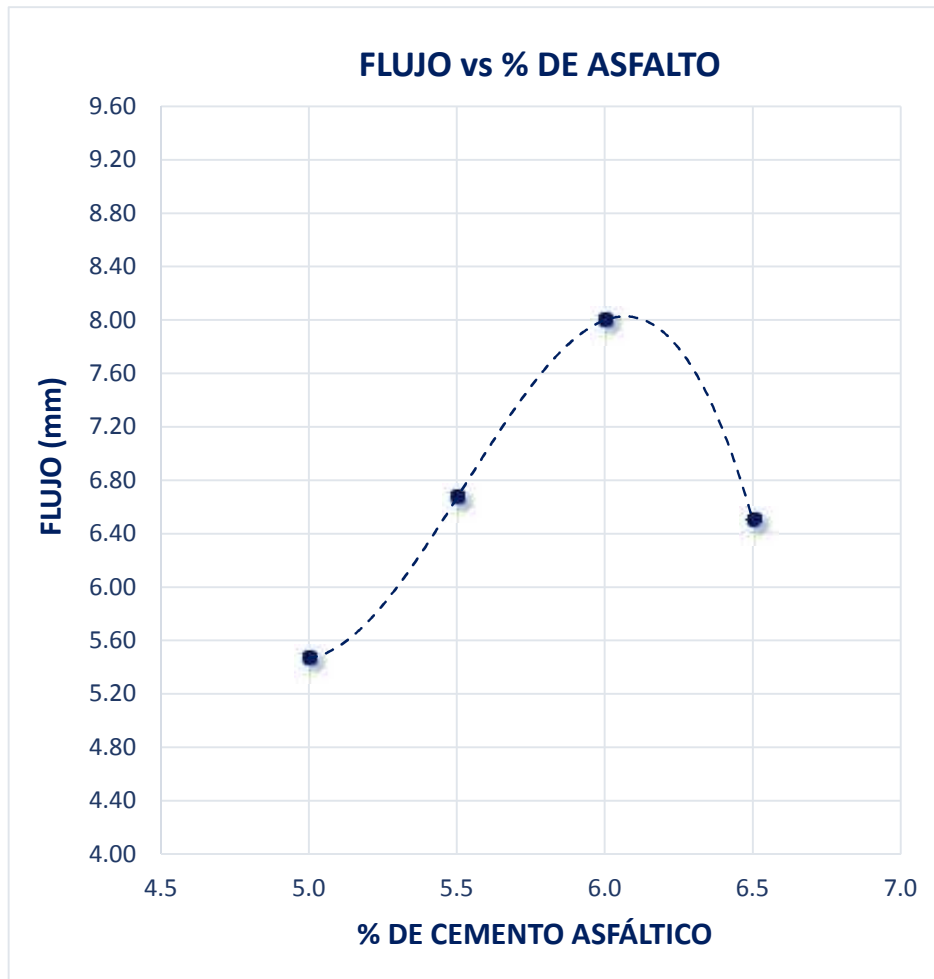
Gráfico N°22



DESCRIPCIÓN: El porcentaje de agregado mineral promedio de las briquetas son; para 5.0% de asfalto 22.40 %; para 5.5% de asfalto 21.80 %; para 6.0% de asfalto 23.00 %; para 6.5% de asfalto 23.20 %.

INTERPRETACIÓN: En la gráfica podemos observar que al aumentar el porcentaje de contenido de asfalto, el porcentaje de agregado mineral de la briqueta aumenta teniendo en cuenta que con altos porcentajes de vacíos en el agregado mineral, la película de asfalto será más gruesa y la mezcla será más durable.

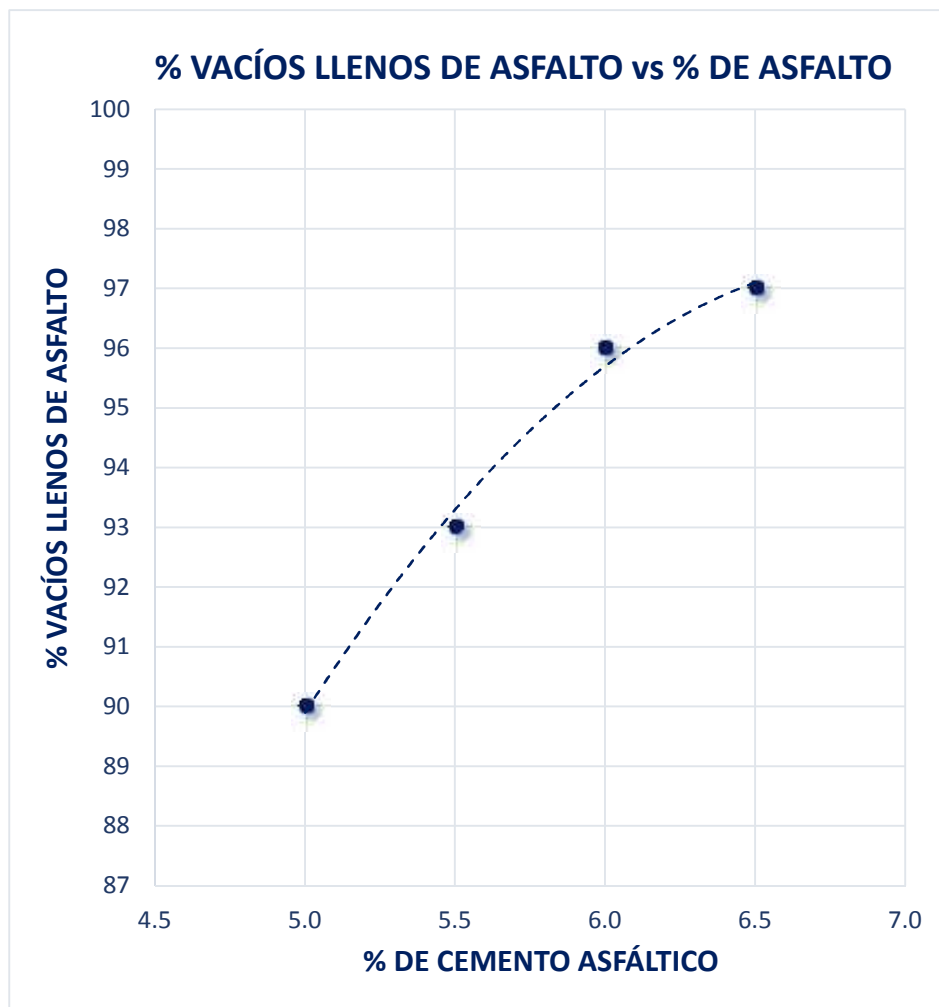
Gráfico N°23



DESCRIPCIÓN: El flujo promedio de las briquetas son; para 5.0% de asfalto 5.47 mm; para 5.5% de asfalto 6.67 mm; para 6.0% de asfalto 8.00 mm; para 6.5% de asfalto 6.50 mm.

INTERPRETACIÓN: En la gráfica podemos observar que al aumentar el porcentaje de contenido de asfalto el flujo de la briqueta aumenta, obteniendo que el valor de Fluencia representa la deformación de la briqueta.

Gráfico N°24



DESCRIPCIÓN: El porcentaje de vacíos llenos con asfalto promedio de las briquetas son; para 5.0% de asfalto 90 %; para 5.5% de asfalto 93 %; para 6.0% de asfalto 96 %; para 6.5% de asfalto 97 %.

INTERPRETACIÓN: En la gráfica podemos observar que al aumentar el porcentaje de contenido de asfalto el porcentaje de vacíos llenos con asfalto, aumenta parcialmente obteniendo una película de asfalto más gruesa y una mezcla más durable.

Tabla N°1: Resumen del Ensayo Marshall para la Mezcla Asfáltica en Caliente Patrón.

Asfalto 60-70	Peso Unitario	Vacíos de Aire	Estabilidad	V.M.A.	Flujo	V.F.A.
%	gr/cm3	%	kg	%	mm	%
5.0	2.290	8.58	1149	23.01	6.50	63
5.5	2.298	6.38	1311	23.20	6.00	73
6.0	2.294	5.22	1525	23.80	5.07	78
6.5	2.317	4.21	1446	23.40	5.93	82

Tabla N°2: Resumen del ensayo Marshall para la Mezcla Asfáltica en Caliente con 0.5% de Caucho.

Asfalto 60-70	Peso Unitario	Vacíos de Aire	Estabilidad	V.M.A.	Flujo	V.F.A.
%	gr/cm3	%	kg	%	mm	%
5.0	2.178	8.44	1665	27.20	6.90	69
5.5	2.254	5.90	1669	25.10	6.40	83
6.0	2.255	4.05	1298	25.50	7.13	84
6.5	2.297	2.21	1319	24.40	6.87	91

Tabla N°3: Resumen de ensayo Marshall para la Mezcla Asfáltica en Caliente con 1.2% de Caucho.

Asfalto 60-70	Peso Unitario	Vacíos de Aire	Estabilidad	V.M.A.	Flujo	V.F.A.
%	gr/cm3	%	kg	%	mm	%
5.0	2.263	4.87	1827	24.40	5.33	81
5.5	2.286	4.55	1596	24.00	5.83	89
6.0	2.305	1.90	1570	23.80	6.60	92
6.5	2.341	0.35	1554	23.00	8.00	99

Tabla N°4: Resumen del ensayo Marshall para la Mezcla Asfáltica en Caliente con 1.8% de Caucho.

Asfalto 60-70	Peso Unitario	Vacíos de Aire	Estabilidad	V.M.A.	Flujo	V.F.A.
%	gr/cm3	%	kg	%	mm	%
5.0	2.324	2.33	1851	22.40	5.47	90
5.5	2.354	1.73	2085	21.80	6.67	93
6.0	2.331	0.83	2004	23.00	8.00	96
6.5	2.334	0.65	1676	23.20	6.50	97

Tabla N°5: Resultado Final del Contenido óptimo de cada Diseño de Mezcla Asfáltica.

Diseño de Mezcla	Contenido Óptimo de Asfalto	Peso Unitario	Vacíos de Aire	Estabilidad	V.M.A.	Flujo	V.F.A.
	%	gr/cm ³	%	kg	%	mm	%
Patrón	5.70%	2296	5.84	1410	23.46	5.56	75
0.5% de Caucho	5.72%	2257	5.04	1507	25.19	6.70	84
1.2% de Caucho	5.74%	2294	3.36	1570 (15.4) kN	23.93	6.14	91
1.8% de Caucho	5.73%	2346	1.29	2083	22.28	7.45	95
Parámetro de Diseño	-	-	3 - 5	Min. 8.15 kN	Min. 15.0%	8 - 14	-

IV. DISCUSIÓN

En la tesis titulada “Estudio de la utilización de Caucho de neumáticos en Mezclas Asfálticas en Caliente mediante Proceso Seco”, de la ingeniera Náyade Irene Ramírez Palma: Concluye que el caucho reciclado obtenido de neumáticos desechados, puede ser utilizado confiablemente para mejorar las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas usándolo como un agregado (proceso seco) o como un modificador del ligante (proceso húmedo). La cual afirmo esta conclusión por que los estudios realizados en el laboratorio utilizando el caucho como un agregado por el (proceso seco), observamos que con el 1.2% de caucho ha mejorado las propiedades mecánicas como su estabilidad, flujo, vacíos de aire y V.M.A. de las mezclas asfálticas las cuales siguen los parámetros de diseño especificados en el Manual de Carreteras – Especificaciones Técnicas para Construcción (EG – 2013).

También Ramírez Palma: Concluye que la utilización del caucho trae beneficios ambientales al valorizar un desecho como son los neumáticos y solucionar el problema de la disposición final de ellos, disminuyendo la contaminación. Se afirma esta conclusión porque hoy en día un problema muy grande son los neumáticos de los automóviles, los cuales ocupan mucho espacio y tardan poco más de 500 años en degradarse, se elaboró el estudio de adición de caucho en diferentes porcentajes en la mezcla asfáltica, obteniendo un buen resultado con el 1.2% de caucho es por eso que concluimos que la utilización del caucho en la mezcla asfáltica nos permite solucionar la disposición final del caucho y disminuir la contaminación ambiental.

En la tesis titulada “Comportamiento de la Mezcla Asfáltica en caliente por el empleo del Caucho en su Diseño”, de los ingenieros Alejandro Jesús Marín Bernal y Eindhher Cecil Roncal Vivar: Concluye que las mezclas asfálticas modificadas con adición de caucho en porcentajes de 0.5, 1.0 y 1.5% generan mejora en las propiedades de la mezcla asfáltica convencional, analizando cada una de las propiedades estudiadas se determinó que la mezcla asfáltica con 0.5% de adición de caucho es la más óptima por obtener resultados favorables en cada uno de los diagramas establecidos por el ensayo Marshall. No se puede afirmar esta conclusión porque de acuerdo al diseño de mezclas asfálticas

modificadas con adición de caucho en porcentajes de 0.5%, 1.2% y 1.8%, analizamos cada uno de las propiedades mecánicas y podemos determinar que la mezcla asfáltica con 1.2% de adición de caucho granular es la más óptima debido a que genera mejora en las propiedades de la mezcla asfáltica convencional por obtener resultados favorables en cada uno de sus propiedades establecidas por el ensayo Marshall cumpliendo con los parámetros de diseño.

También Alejandro Jesús Marín Bernal y Eindhher Cecil Roncal Vivar: Concluye que en este estudio los ingenieros llegan a la conclusión que los resultados obtenidos de la mezcla asfáltica sin incorporación de caucho en su diseño se encuentran por debajo de la mezcla diseñada con incorporación de caucho en proporción de 0.5%, lo que nos demuestra que el uso del caucho en las mezclas asfálticas en caliente mejora el comportamiento de las propiedades de las mezclas asfálticas.

No se puede afirmar esta conclusión por que el resultado obtenido de la mezcla convencional se encuentra por debajo de la mezcla asfáltica con adición de caucho granular en proporción de 1.2%, lo cual podemos definir que el uso de caucho en las mezclas asfálticas en caliente mejora el comportamiento de las propiedades mecánicas de las mezclas asfáltica.

V. CONCLUSIÓN

1. Para las mezclas asfálticas mejoradas con caucho, el contenido óptimo de caucho es de 1.2%, con el cual se obtuvieron los mejores valores del comportamiento mecánico de la mezclas asfálticas.
2. En la mezcla asfáltica en caliente con adición de 1.2% de caucho, observamos que reduce el porcentaje de vacíos de aire y mantiene su peso unitario, por lo tanto, comparado con la mezcla asfáltica convencional deducimos que el porcentaje de vacíos disminuye a 3.36% llegando al parámetro de diseño establecido de (3 – 5)%; y su peso unitario se mantiene en el rango del diseño de mezcla convencional, teniendo en cuenta que la característica importante del porcentaje de vacíos es mejorar la estabilidad y durabilidad del pavimento.
3. La adición de 1.2% de caucho en la mezcla asfáltica presenta un aumento de estabilidad y flujo, por lo cual, comparado con la mezcla asfáltica convencional podemos definir que la estabilidad aumenta de 1410 kg a 1570 kg y el flujo aumenta de 5.56 mm a 6.14 mm de acuerdo a las adiciones de caucho, obteniendo resultados favorables en cada uno de sus propiedades establecidas por el ensayo Marshall, teniendo en cuenta que el valor de estabilidad y valor de fluencia indican una buena resistencia del pavimento a la deformación.
4. En la mezcla asfáltica en caliente con adición de 1.2% de caucho, los vacíos en el agregado mineral al ser comparados con la mezcla asfáltica convencional se mantienen en el rango de 23%, obteniendo espacios mínimos para una adecuada durabilidad del pavimento; los vacíos llenos con asfalto (VFA) al ser comparados con la mezcla asfáltica convencional, aumentan de 75% a 91% en relación a que los vacíos de aire disminuyen, teniendo en cuenta que los vacíos llenos con asfalto representan una adecuada cantidad de cemento asfáltico.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar una evaluación económica de las mezclas asfálticas con caucho, comparándolas con las convencionales, en cuanto a costos iniciales y de mantenimiento, su vida útil y el estado del pavimento en el tiempo.
2. Se recomienda estudiar las granulometrías para el diseño de mezcla asfáltica en caliente, así como también, con adiciones de Caucho.
3. Se recomienda seguir realizando ensayos de laboratorio las cuales determinen el comportamiento físico y químico de la mezcla asfáltica en caliente con adiciones de Caucho que nos permitan determinar su comportamiento mecánico.
4. Se recomienda a los futuros proyectos utilizar el caucho granular como adición en las mezclas asfálticas debido a que el valor de estabilidad y flujo genera una buena resistencia del pavimento a la deformación.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRESPIAN Molina, Rafael y SANTA Cruz, Ismael y TORRES Linares, Jovel. Aplicación del método Marshall y Granulometría Superpave en el diseño de mezclas asfálticas en caliente con asfalto clasificación grado de desempeño. Tesis (Título de Ingeniero Civil). El Salvador: Universidad de el Salvador, Escuela de Ingeniería Civil, 2012. 312pp.
- Congreso Internacional de Ingeniería Civil (V, Bogotá, Colombia, mayo, 2014). Análisis del comportamiento físico - mecánico de una mezcla densa en caliente tipo MDS-2 modificada con caucho y cuero en porcentajes (25%, 75%) respectivamente. Universidad Católica de Colombia, 2014.
- CÁCERES Morales, Alejandro. Análisis de la Metodología Superpave para el Diseño de Mezclas Asfálticas en México. Tesis (Título de Ingeniero Civil). México: Universidad de las Américas Puebla, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, 2007. 09pp.
- Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción". 2013. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. [En línea] 06 de 2013.
- DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS, Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2001. 2da. edición. MANUAL DE ENSAYOS - (EM 2000). [MANUAL] LIMA: ICG - Instituto de la Construcción y Gerencia, 2001.
- MARIANO. Lanús, Buenos Aires, Argentina. 2011. [En línea] Plantilla Awesome Inc. <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.pe/2011/05/pet.html>.
- MENÉNDEZ Acurio, José. Ingeniería de Pavimentos - Materiales y Variables de Diseño. INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA ICG. 4ta Edición. Lima: FONDO EDITORIAL ICG, 2013. 289 pp.
- Mezclas Asfálticas "Estado del conocimiento del estudio sobre mezclas asfálticas modificadas en Colombia" por Ing. Hugo Alexander Rondón Quintana [et. 2007. Febrero 2008 • N° 19 • Infraestructura Vial. [En línea] AB Morales - 2012, 23 de 11 de 2007.

File: ///C:/Users/Obraserv/Downloads/2047-3279-1-PB.pdf. 2047-3279-1.

- RAMÍREZ Palma, Náyade. Estudio de la utilización de caucho de neumáticos en mezclas asfálticas en caliente mediante proceso seco. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chile: Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Civil, 2006. 107pp.
- SEGOVIA Airaudó, Raúl. Estudio del efecto de la variación en la granulometría del caucho en mezclas asfálticas por vía seca. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chile: Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Civil, 2007. 116pp.
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO, Gerencia de Investigación y Normalización. 2010. NORMA CE.010. PAVIMENTOS URBANOS. [REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES] LIMA: SENCICO, 2010. ISBN 978-9972-9433-5-5.
- The Asphalt Institute. Manual del asfalto. 2da. edición. Bilbao: Urmo, 1972. 477pp. ISBN: 8431400870, 9788431400873.

ANEXO 01

CUADRO MATRIZ DE

CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Formulación del Problema	Objetivos de la Investigación	Hipótesis	Variables	Indicadores	Instrumento	Escala Valorativa
¿Cuál es el comportamiento de las Mezclas Asfálticas al adicionarle caucho por la técnica de vía seca en relación a la mezcla convencional?	<p>Objetivo General</p> <p>Analizar el comportamiento mecánico en las propiedades de las Mezclas Asfálticas adicionándole Caucho por la técnica de vía seca en relación a la mezcla convencional.</p>	El comportamiento de las mezclas asfálticas al adicionarle caucho mejora las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas	<p>Variable Independiente:</p> <p>Adición del caucho por la técnica de vía seca</p>	Adición de Caucho (0.5%, 1.2% y 1.8%)	Tamizado	(%)
	<p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analizar el peso unitario y el porcentaje de vacíos de la mezcla asfáltica en caliente. - Determinar la estabilidad y flujo de la mezcla asfáltica en caliente. - Evaluar los vacíos de agregado mineral y vacíos llenos de asfalto de la mezcla asfáltica en caliente. 		Variable Dependiente:	Estabilidad	Marshall	kg
			Comportamiento mecánico de las mezclas asfálticas en caliente	Flujo	Marshall	mm.
				Vacíos de Aire (V.A)	Peso específico	%
				Vacíos de Agregado Mineral (VMA)	Peso específico	%
				Vacíos Llenos de (C.A)	Peso específico	%
				Peso Unitario	Peso específico	gr/cm3

ANEXO 02

CUADRO DE

OPERACIONALIZACIÓN DE

VARIABLES

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
<p>Variable Independiente:</p> <p>Adición de Caucho por la técnica de vía seca</p>	<p>Sustancia polímero - elástico que se incorpora en la mezcla asfáltica como agregado antes de adicionar el cemento asfáltico.</p> <p>AUTOR: Gerardo Bustos Pretel</p>	<p>Se va adicionar el caucho en tres porcentajes los cuales serán el 0.5%, 1.2% y 1.8%, con respecto al peso total de la briqueta.</p>	<p>- Adición de Caucho (0.5%, 1.2% y 1.8%)</p>	<p>- RAZÓN</p>
<p>Variable Dependiente:</p> <p>Comportamiento de las Mezclas Asfálticas</p>	<p>Las Mezclas Asfálticas son materiales visco – elásticos cuyas propiedades, dependientes de la temperatura y la frecuencia de aplicación de cargas, condicionan su posterior comportamiento en servicio.</p> <p>REPORTE TÉCNICO: Deformación de Mezclas Asfálticas</p>	<p>Se aplicará el método de diseño Marshall a las mezclas asfálticas para obtener un contenido óptimo de cemento asfáltico y se demostrará la variación del comportamiento con gráficos comparativos a cada uno de los parámetros establecidos con la mezcla patrón y las mezclas con adición de Caucho con su respectivo porcentaje.</p> <p>Se respetará las normas establecidas en el manual de ensayos de materiales (EM 2000).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Estabilidad - Fluidez - Vacíos de Aire (Va). - Contenido de agregado mineral. - Vacíos llenos de (C.A) - Peso Unitario 	<ul style="list-style-type: none"> - NOMINAL - NOMINAL - RAZON - RAZON - RAZON - NOMINAL

ANEXO 03
RESULTADOS DEL
LABORATORIO



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

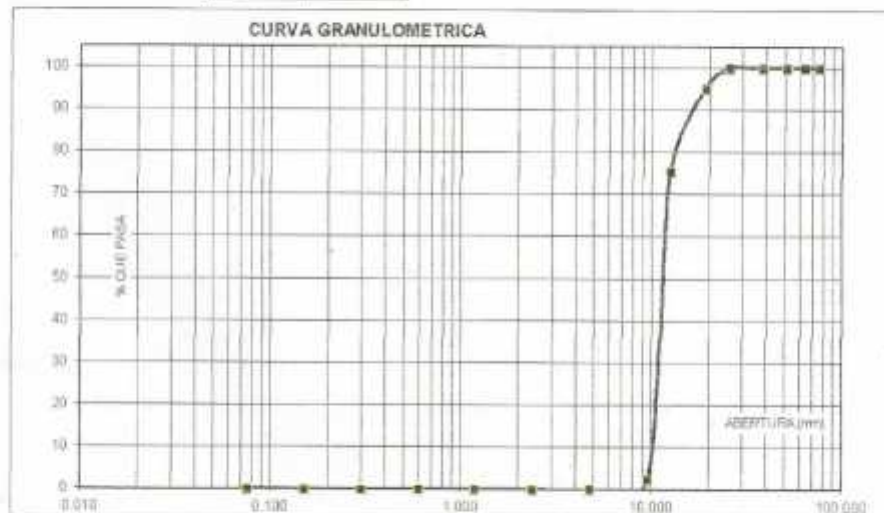
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO
 (ASTM C 136-06)

SOLICITA: BACH. SALAZAR SALDARÍA GUINCARLO KEINITH
 TESIS: COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASPÁLTICAS ADICIONÁNDOLE CAUCHO POR LA TÉCNICA DE VÍA SECA*
 LUGAR: CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 CANTERA: RUBEN
 MATERIAL: PIEDRA CHANCADA
 FECHA: 01/11/2016

TAMIZ	Peso retenido (gr.)	% ret. (Arseal) (%)	% ret. Acumulo (%)	% Que pasa (gr.)
Nº 3"	75.200	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	83.500	0.0	0.0	100.0
2"	90.800	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	34.100	0.0	0.0	100.0
1"	05.400	0.0	0.0	100.0
3/8"	19.100	25.4	4.3	85.2
1/2"	12.500	152.3	19.9	75.3
3/16"	0.520	557.0	73.0	97.7
Nº 4	4.760	17.0	2.3	100.0
Nº 8	2.360	0.0	0.0	100.0
Nº 15	1.180	0.0	0.0	100.0
Nº 30	0.600	0.0	0.0	100.0
Nº 50	0.300	0.0	0.0	100.0
Nº 100	0.150	0.0	0.0	100.0
Nº 200	0.075	0.0	0.0	100.0
PLATO ASTM C-117.04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL	763.9	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Máximo Nominal	1/2"
Huso	Nº 507 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante



Fines Limo y Arcilla	Arena			Grava	
	Fina	Medio	Gruesa	Gruta	Gruta



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
 (ASTM C 136-05)

SOLICITA : BACH: SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KENTH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS ADICIONÁNDOLE CAUCHO POR LA TÉCNICA DE VÍA SECA
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 01/11/2016

TAMIZ	Peso referido (gr.)	% rel. Parcial (%)	% rel. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N° 3"	76.20	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	6.5	6.5	99.4
N° 8	2.36	159.0	13.6	85.8
N° 16	1.18	199.5	17.1	68.7
N° 30	0.60	247.3	21.2	47.4
N° 50	0.30	230.2	19.8	27.7
N° 100	0.15	219.2	18.7	9.0
N° 200	0.08	68.9	7.6	1.3
PLATO ASTM C-117-04	15.4	1.3	100.0	0.0
TOTAL	1165.0	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Módulo de Fineza	2.62

OBSERVACIONES
 La Muestra tomada identificada por el solicitante.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 U.g. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH.SALAZAR SALDARÍA GIANCARLO KEINTH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS ADICIONÁNDOLE
 CAUCHO POR LA TÉCNICA DE "VIA SECA"
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 CÁRTERA : RUBÉN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 01/11/2016

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	19850	19800	19800
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	13730	13680	13680
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1468	1462	1462
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1464		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1454		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	19850	19800	19800
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	14530	14680	14700
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1553	1569	1580
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1568		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1566		


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH-SALAZAR SALDARRA GIANCARLO KEITH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS ADICIONÁNDOLE
 CRUCHO POR LA TÉCNICA DE VIA SECA*
 * LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 05/11/2016

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7700	7700	7750
Peso de molde	3320	3326	3320
Peso de muestra	4374	4374	4434
Volumen de molde	2780	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1589	1589	1587
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1575		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1669		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	8250	8250	8300
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4924	4924	4974
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1766	1766	1764
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1772		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1766		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO GRUESO
(Según norma ASTM C-127)**

SOLICITA : BACH: SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
TEMA : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA*
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 01/11/2018

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1056.90	1056.90
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	877.80	877.80
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	379.30	379.30
D	Peso de material seco en estufa	1048.30	1048.30
E	Volumen de masa (C-(A-D))	368.70	368.70
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.759	2.759
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.786	2.786
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.838	2.838
F	Absorción (%) $(D-A/A) \times 100$	1.01	1.01

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.777
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.786
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.838
Absorción (%) : 1.01


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Jorge Montaña Reyes
JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO FINO (Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BACH.SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE
 CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA*
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 01/11/2016

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua gr.	669.30	669.30
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B) cm ³	969.30	969.30
D	Peso de picnometro + agua + material gr.	860.30	860.20
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D) cm ³	109.00	109.10
F	Peso de material seco en estufa gr.	298.30	298.30
G	Volumen de masa (E-(A-F))	107.30	107.40
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E	2.737	2.734
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E	2.752	2.750
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E	2.780	2.777
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x100	0.57	0.57

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.747
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.751
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.779
 Absorción (%) : 0.57



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA*
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 01/11/2018

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	980.04	1028.7
TARA + SUELO SECO (gr)	974.8	1022.3
PESO DEL AGUA (gr)	5.24	6.4
PESO DE LA TARA (gr)	208.2	170
PESO DEL SUELO SECO (gr)	766.6	852.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.68	0.75
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.72	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO
(ASTM D-2236)

SOLICITA : BACH.SALÁZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE
CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA*
LUGAR : CHMBOTE - SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 01/11/2016

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	991.8	1084.3
TARA + SUELO SECO (gr)	988.5	1080.4
PESO DEL AGUA (gr)	3.3	3.9
PESO DE LA TARA (gr)	104.8	105.1
PESO DEL SUELO SECO (gr)	883.7	915.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.37	0.43
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.40	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

EQUIVALENTE DE ARENA

SOLICITA : BACH-SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO
 POR LA TECNICA DE VIA SECA*
 CANTERA : RUBEN
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 FECHA : 04/11/2016

TAMANO MAXIMO mm	4.75	4.75
MUESTRA N°	1	2
HORA DE ENTRADA	11:13:17"	11:15:42"
HORA DE SALIDA	11:23:17"	11:25:42"
HORA DE ENTRADA	11:26:33"	11:29:28"
HORA DE SALIDA	11:46:33"	11:49:28"
Alt. Máx del mat. Fino	3.30	3.50
Alt. Máx de la arena	2.20	2.20
EQUIVALENTE DE ARENA	66.7	62.9
EQUIVALENTE DE ARENA PROMEDIO (%)	64.8	

ESPECIFICACIONES: El ensayo responde a la norma de diseño ASTM D - 2419.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Jefe
 Ing. Jorge Montañez Reyes



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

SOLICITA : BACH. SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA"
MUESTRA : PATRON
MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
FECHA : 07/11/2016

CANTERA PIEDRA CHANCADA : PANCHO MEDINA
 CANTERA ARENA CHANCADA : PANCHO MEDINA
 CANTERA ARENA ZARANCADA : BESIGUE

ENSAYOS PRELIMINARES

1.- ENSAYO DE ADHERENCIA - PIEDRA - ASTM, D1664

TIPO DE ASFALTO : PEN 60-70

RECUBRIMIENTO INICIAL : RECUBRIMIENTO FINAL
 % : % RETENIDO

100 : 95

2.- ENSAYO DE RIEDEL WEBER - ARENA - MTC-8220

TIPO DE ASFALTO : DESPLAZAMIENTO PARCIAL : DEPLAZAMIENTO TOTAL
 INDICE : INDICE

PEN 60-70 : 4 : 10

3.- ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D421

AGREGADO : PIEDRA : ARENA CHANCADA : ARENA NATURAL

AGREGADO	% QUE PASA		
	PIEDRA	ARENA CHANCADA	ARENA NATURAL
1"	100.0%	100.0%	100.0%
3/4"	100.0%	100.0%	100.0%
1/2"	100.0%	100.0%	100.0%
3/8"	53.8%	100.0%	100.0%
Nº4	0.0%	91.1%	94.5%
Nº10		95.0%	73.9%
Nº40		25.5%	36.2%
Nº60		15.0%	17.0%
Nº200		8.9%	5.7%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

SOLICITA : BACH: SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TÉCNICA DE VIA SECA*
MUESTRA : PATRON
MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
FECHA : 07/11/2016

CANTERA PIEDRA CHANCADA RUBEN (PANCHI MEDINA)
 CANTERA ARENA CHANCADA RUBEN (PANCHI MEDINA)
 CANTERA ARENA ZARANDIADA RUBEN

MEZCLA DE AGREGADOS:
 Gravel Chancada 39.2 %
 Arena Chancada y Zarandada 61.8 %
 Especificaciones de Gradación MAC - 2

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

- ESPECIFICACIONES DE GRADACION MAC - 2
 - TIPO DE ASFALTO PEN 60/70
 - PORCENTAJE DE OPTIMO DE A.C. 5.00 %

c.- CARACTERISTICAS DEL MARSHALL

	75	75	75	75
- TA DE COLPES DE CAPA	6.0	5.5	6.0	6.5
- CEMENTO ASFALTICO (%)	2.250	2.258	2.256	2.317
- PESO ESPECIFICO (kg/cc)	1145	1311	1625	1646
- ESTABILIDAD (kg)	8.50	8.00	5.07	5.98
- FLUJO (0.01 pul)	8.58	8.55	8.33	4.21
- VACIOS DE AIRE (%)	23.1	23.2	23.6	23.4
- VACIOS DE AGREGADO MINERAL (%)	63	73	78	82

NOTA : LAS MUESTRAS DE AGREGADO Y ASFALTO FUERON TOMADAS EN PLANTA POR PERSONAL TECNICO DEL LABORATORIO UNIGEO E.I.R.L.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

SOLICITA : BACH: SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA*
 MUESTRA : PATRON
 MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
 FECHA : 07/11/2016

ENSAYO METODO MARSHALL ASTM D-1559 Y AASHTO T-245

ENSAYO		CALCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1	Nº de Biqueta				
2	Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	5.0	5.0	5.0
3	Gravímetro en peso de la Mezcla (mayor N°4)	%	36.16	36.16	36.16
4	Arenas combinadas en Peso de la Mezcla (menor N°4)	%	63.63	63.63	63.63
5	Filtro Pasa el Peso de la Mezcla (menor 60% pasa la Malla N° 200)	%			
6	Peso Específico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020
7	Peso Específico Bulk de la Grava > N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cc	2.777	2.777	2.777
8	Peso Específico Aparente de la Grava > N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cc	2.836	2.836	2.836
9	Peso Específico Bulk de la Arena < N°4 (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 208)	gr/cc	2.747	2.747	2.747
10	Peso Específico Aparente de la Arena < N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cc	2.779	2.779	2.779
11	Peso Específico aparente del filler	gr/cc			
12	Altura Promedio de la Biqueta	cm	6.40	6.35	6.35
13	Peso de la Biqueta Seca en el Aire (g.)	gr	1175.6	1181.0	1176.0
14	Peso de la Biqueta en el Aire Saturada Superficialmente Seca	gr	1177.1	1162.7	1177.6
15	Peso de la Biqueta Sumergida en el Agua	gr	663.5	664.6	666.7
16	Volumen de la Biqueta	cc	513.8	519.7	515.9
17	Peso Unitario de la Biqueta (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cm ³	2.289	2.279	2.303
18	Peso Específico Teórico Máximo (WCE) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cm ³	2.505	2.506	2.505
19	Máxima Densidad Teórica de los Agregados $100[(28)/(3^3)+(7)/(4^3)+(9)/(10^3)]$		2.597	2.597	2.597
20	% Vacíos con Aire (ASTM D 3203, MTC E 505) $100[(1-17)/18]$	%	8.6	9.0	8.6
21	Peso Específico Bulk del Agregado Total $100-28[(37)/(4^3)+(5)/(11^3)]$		2.829	2.829	2.829
22	Peso Específico Aparente del Agregado Total $100-21[(36)/(4^3)+(9)/(11^3)]$		2.939	2.939	2.939
23	Peso Específico Efectivo del Agregado Total $[(3-4)(2^3)+(7+8)/(4^3)+(9+10)/(5^3)+11]$		2.829	2.829	2.829
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total $100[(25-21)/(23^3-21^3)]$	%	0.33	0.33	0.33
25	Vol. del Agregado Vol. Bruto de la Biqueta $[(3+4)/(17^3)]$		75.0	74.7	75.4
26	Vol. del Asfalto efectivo Vol. de Biqueta $100 [(25+26)]$		10.83	10.83	10.81
27	Vacíos del Agregado Mineral $100-25$	%	23.10	23.40	22.70
28	Asfalto Elástico / Peso de la Mezcla $2-(24/100)^2(3+4)$	%	4.7	4.7	4.7
29	Relación Bitum Vacuos $(26/27)*100$	%	62.7	61.6	62.2
30	Pájé (0.01 pulg.)	mm	8.2	7.3	8.2
31	Estabilidad (lectura dial de carga)		360	360	360
32	Estabilidad sin Curvas (Kg.)	Kg	1182	1182	949
33	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04
34	Estabilidad Compas (Kg.)	Kg	1226	1230	987

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Ing. Jorge Martínez Reyes
 JEFE



SOLICITA : BACH-SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA*
 MUESTRA : PATRON
 MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
 FECHA : 07/11/2016

ENSAYO METODO MARSHALL ASTM D-1559 Y AASHTO T-245

ENSAYO		CALCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1	TP de Enqueta				
2	Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	5.5	5.5	5.5
3	Grava triturada en peso de la Mezcla (Mayor N°4)	%	36.95	36.95	36.95
4	Arenas combinadas en peso de la Mezcla (menor N°4)	%	53.25	53.25	53.25
5	Fibra Fino en Peso de la Mezcla (mínimo 55% para la Malla N° 200)	%			
6	Peso Especifico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020
7	Peso Especifico Bulk de la Grava + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.777	2.777	2.777
8	Peso Especifico Aparente de la Grava + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.838	2.838	2.838
9	Peso Especifico Bulk de la Arena + N°4 (ASTM C 128, AASHTO T 88, MTC E 205)	gr/cc	2.747	2.747	2.747
10	Peso Especifico Aparente de la Arena + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.779	2.779	2.779
11	Peso Especifico aparente del filler	gr/cc			
12	Alura Promedio de la Briqueta	cm	6.40	6.39	6.36
13	Peso de la Briqueta Seca en el Aire (g)	gr	1174.1	1179.2	1186.2
14	Peso de la Briqueta en el Aire Saturada Superficialmente Seca	gr	1174.6	1179.5	1187.5
15	Peso de la Briqueta Sumergida en el Agua	gr	866.1	864.0	872.2
16	Volumen de la Enqueta	cc	502.7	514.5	515.8
17	Peso Unitario de la Enqueta (ASTM D 7726, MTC E 514)	gr/cm ³	2.304	2.290	2.302
18	Peso Especifico Teórico Máximo (RICE) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 500)	gr/cm ³	2.455	2.455	2.455
19	Máxima Densidad Teórica de los Agregados		2.597	2.597	2.597
20	% Vacíos con Aire (ASTM D 3303, MTC E 506)	%	6.2	6.7	6.38
21	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total		2.829	2.828	2.829
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total		2.955	2.955	2.955
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total		2.829	2.828	2.829
24	Adiáforo Absorbido por el Agregado Total		0.33	0.33	0.33
25	Vol. del Agregado / Vol. Bruto de la Briqueta		75.1	74.6	75.0
26	Vol. del Asfalto efectivo / Vol. de Enqueta		12.05	12.04	12.01
27	VACIOS del Agregado Mineral	%	23.00	23.60	23.10
28	Asfalto Efectivo / Peso de la Mezcla	%	5.2	5.2	5.2
29	Relación entre Vacuos	%	73.2	71.4	72.0
30	Flujo (0.01 pulg)	pas	3.9	4.5	4.0
31	Estabilidad (lectura del de carga)	kg	360	410	350
32	Estabilidad en Correjo (kg)	kg	1216	1383	1192
33	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04
34	Estabilidad Correjo (kg)	kg	1264	1428	1238



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



SOLICITA : BACH.SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA*
MUESTRA : PATRON
MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
FECHA : 07/11/2016

ENSAYO METODO MARSHALL ASTM D-1559 Y AASHTO T-245

ENSAYO		CALCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1	Nº de Enquete				
2	Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	6.0	6.0	6.0
3	Grava triturada en peso de la Mezcla (mayor N°4)	%	36.74	36.74	36.74
4	Arenas combinadas en Peso de la Mezcla (menor N°4)	%	52.97	52.97	52.97
5	Filler Fino en Peso de la Mezcla (máximo 65% pesa la Malla N° 200)	%			
6	Peso Específico Aparente del Cemento Asfáltico	gibco	1.020	1.020	1.020
7	Peso Específico Bulk de la Grava + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gibco	2.777	2.777	2.777
8	Peso Específico Aparente de la Grava + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gibco	2.838	2.838	2.838
9	Peso Específico Bulk de la Arena + N°4 (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gibco	2.747	2.747	2.747
10	Peso Específico Aparente de la Arena + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 205)	gibco	2.779	2.779	2.779
11	Peso Específico aparente del filler	gibco			
12	Altura Promedio de la Briqueta	cm	6.40	6.38	6.38
13	Peso de la Briqueta Seca en el Aire (g)	gr	1171.3	1160.0	1176.4
14	Peso de la Briqueta en el Aire Saturada Superficialmente Seca	gr	1172.8	1161.4	1179.1
15	Peso de la Briqueta Sumergida en el Agua	gr	668.8	666.1	670.5
16	Volumen de la Briqueta	cc	514.0	516.5	529.6
17	Peso Unitario de la Briqueta (ASTM D 2726, MTC E 914)	lb/yd ³	2.279	2.286	2.317
18	Peso Específico Teórico Máximo (RICE) (ASTM D 2041, AASHTO T 299, MTC E 508)	g/cm ³	2.42	2.42	2.42
19	Máxima Densidad Teórica de los Agregados $100(265) + (37(267+8)) + (4(269+10))$		2.567	2.567	2.567
20	% Vácuos con Aire (ASTM D 8303, MTC E 506) $100(1-17/18)$	%	5.8	5.8	4.3
21	Peso Específico Bulk del Agregado Total $(100.21)(37)+(4)(269)+(5711)$		2.829	2.829	2.829
22	Peso Específico Aparente del Agregado Total $(100.21)(368)+(4)(10)+(5711)$		2.971	2.971	2.971
23	Peso Específico Efectivo del Agregado Total $(3+4)(37+8)+(4)(269+10)+(5711)$		2.828	2.828	2.828
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total $100(6(23-21)(23+21))$		0.32	0.32	0.32
25	Vol. del Agregado/ Vol. Bruto de la Briqueta $(3+4)(17/21)$		73.9	74.1	75.1
26	Vol. del Asfalto efectivo/ Vol. de Briqueta $100(35+20)$		15.15	15.11	15.17
27	Vácuos del Agregado Mineral 100.25	%	24.30	24.00	23.00
28	Asfalto Efectivo / Peso de la Mezcla $3(24100/73+4)$	%	5.7	5.7	5.7
29	Relación Benín Vácuos $(26/27)*100$	%	76.0	76.9	81.5
30	Flujo (0.01 pug)	cm/g	3.8	4.8	5.8
31	Estabilidad (lectura día de carga)		462	362	491
32	Estabilidad sin Corrección (Pg.)	Kg	1523	1222	1653
33	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04
34	Estabilidad Corrección (Kg.)	Pg	1584	1271	1719



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Mecánica de Suelos, Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



SOLICITA : BACH.SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA*
 MUESTRA : PATRON
 MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
 FECHA : 07/11/2016

ENSAYO METODO MARSHALL ASTM D-1559 Y AASHTO T-245

ENRAYO		CALCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1	HF de Briqueta				
2	Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	6.5	6.5	6.5
3	Grava Infrada en peso de la Mezcla (mayor N°4)	%	38.54	38.54	38.54
4	Arenas combinadas en Peso de la Mezcla (menor N°4)	%	52.89	52.89	52.89
5	Filler Fino en Peso de la Mezcla (mínimo 65%para la Malla N° 200)	%			
6	Peso Especifico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020
7	Peso Especifico Bulbo de la Grava + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E-206)	gr/cc	2.777	2.777	2.777
8	Peso Especifico Aparato de la Grava + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.838	2.838	2.838
9	Peso Especifico Bulbo de la Arena + N°4 (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.747	2.747	2.747
10	Peso Especifico Aparente de la Arena + N°4 (ASTM C127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.779	2.779	2.779
11	Peso Especifico aparente del filler	gr/cc			
12	Altura Promedio de la Briqueta	cm	6.40	6.36	6.38
13	Peso de la Briqueta Seca en el Aire (g)	gr	1186.3	1177.5	1183.0
14	Peso de la Briqueta en el Aire Saturada Superficie externa Seca	gr	1188.9	1178.2	1184.4
15	Peso de la Briqueta Sumergida en el Agua	gr	685.5	671.8	678.1
16	Volumen de la Briqueta	cc	501.4	500.4	514.3
17	Peso Unitario de la Briqueta (ASTM D 2726, MTC E-514)	gr/cc	2.326	2.326	2.300
18	Peso Especifico Teórico Máximo (RCE) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E-508)	gr/cc	2.419	2.419	2.419
19	Máxima Densidad Teórica de los Agregados $100(2.65 + (P^2/27) + (Q^2/10) + (R^2/10))$		2.597	2.597	2.597
20	% Vacíos con Aire (ASTM D 3203, MTC E-505) $100(1 - V/V_1)$	%	3.6	3.9	4.5
21	Peso Especifico Bulbo del Agregado Total $(100 - 2)(3/7) + (4/9) + (5/11)$		2.829	2.829	2.829
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total $(100 - 2)(3) + (3/8) + (4/10) + (5/11)$		2.958	2.958	2.958
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(3 + 4)(3^2/7 + 8) + (4^2/289 + 10) + (5/11)$		2.829	2.829	2.829
24	Adfate Absorvido por el Agregado Total $100(6/23 - 21/32)(3^2/21)$		0.33	0.33	0.33
25	Vol. del Agregado/ Vol. Bulbo de la Briqueta $(3 + 4)^2/1721$		75.0	75.0	74.2
26	Vol. del Asfalto efectivo/ Vol. de Briqueta $100(25 + 20)$		14.80	14.84	14.84
27	Factor del Agregado Mineral $100 - 25$	%	23.10	23.10	24.00
28	Asfalto Efectivo / Peso de la Mezcla $2(24/100)(3 + 4)$	%	6.2	6.2	6.2
29	Relación Entre Vacíos	%	83.4	83.3	79.5
30	Flujo (0.01 pulg.)	cm	5.3	4.9	7.4
31	Estabilidad (lectura del de carga)		420	367	450
32	Estabilidad sin Correge (Kg)	Kg	1418	1239	1516
33	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04
34	Estabilidad Correge (Kg)	Kg	1473	1309	1577



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

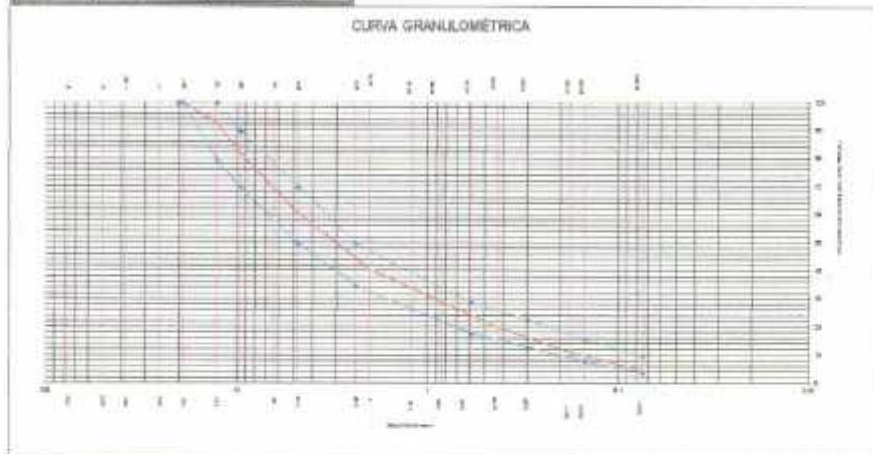
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

SOLICITA : BACH.SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA*
 MUESTRA : PATRON
 MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
 FECHA : 07/11/2016

ENSAYO MARSHALL AASHTO T-245 ASTM D-1559

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Porcentaje Retenido	(%) Acumulativo Retenido	Fase	ESPECIFICACION MAC - 8
2"	76.200	-	-	-	-
2"	50.800	-	-	-	-
1 1/2"	38.100	-	-	-	-
1"	25.400	-	-	-	-
3/4"	19.050	-	-	100.0	100.0
1/2"	12.700	7.4	7.4	92.0	80 - 100
3/8"	9.525	10.5	17.9	82.1	70 - 88
Nº4	4.760	21.3	39.2	60.8	51 - 66
Nº10	2.000	29.0	59.2	40.8	38 - 52
Nº40	0.425	20.8	80.0	20.0	17 - 26
Nº75	0.177	8.7	88.7	11.3	0 - 17
Nº200	0.075	0.5	95.2	4.8	4 - 8
-1/2"200		4.8	100.0		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

SOLICITA : BACH. SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDO LE
 CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA*
 ADICION : 0.5%
 MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
 FECHA : 07/11/2016

CANTERA PIEDRA CHANCADA : PANCHO MEDINA
 CANTERA ARENA CHANCADA : PANCHO MEDINA
 CANTERA ARENA ZARANDIADA : BÉGOUE

ENSAYOS PRELIMINARES

1- ENSAYO DE ADHERENCIA - PIEDRA - ASTM, D1884
 TIPO DE ASFALTO : PEN 60 - 70
 RECUBRIMIENTO INICIAL :
 % 100
 RECUBRIMIENTO FINAL :
 % RETENIDO 05

2- ENSAYO DE RIEDEL WEBER - ARENA - NTC-6220
 TIPO DE ASFALTO : PEN 60 - 70
 DESPLAZAMIENTO PARCIAL : 4
 INDICE :
 DESPLAZAMIENTO TOTAL : 10
 INDICE :

3- ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D421

AGREGADO	PIEDRA	ARENA CHANCADA	ARENA NATURAL
	% QUE PASA		
1"	100.0%		100.0%
3/4"	100.0%		100.0%
1/2"	100.0%		100.0%
3/8"	100.0%	100.0%	100.0%
Nº1	0.0%	91.1%	94.3%
Nº10		55.0%	73.0%
Nº40		25.5%	38.2%
Nº60		16.2%	17.0%
Nº200		8.9%	6.7%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

SOLICITA : BACH: SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA*
ADICION : 0.5%
MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
FECHA : 07/11/2016

CANTERA PIEDRA CHANCADA RUBÉN (PANCHO MEDINA)
CANTERA ARENA CHANCADA RUBÉN (PANCHO MEDINA)
CANTERA ARENA ZARANDADA RUBÉN

MEZCLA DE AGREGADOS
Grava Chancada 3# 2 %
Arena Chancada y Zarandada #1,0 %
Especificaciones de Gradación **MAC - 2**

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

- ESPECIFICACIONES DE GRADACIÓN MAC - 2
- TIPO DE ASFALTO PEN 60/70
- PORCENTAJE DE OPTIMO DE A.C. 6.72 %

e- CARACTERÍSTICAS DEL MARSHALL

	75	75	75	75
1. Nº DE GOLPES DE CARA				
2. CEMENTO ASFALTICO (%)	5.0	5.5	6.0	6.5
3. PESO ESPECIFICO (kg/cc.)	2.178	2.254	2.254	2.267
4. ESTABILIDAD (kg.)	1095	1099	1099	1019
5. FLUJO (0.01 psi)	6.67	6.37	7.13	6.07
6. VACIOS DE AIRE (%)	6.43	6.44	4.08	2.21
7. VACIOS DE AGREGADO MINERAL (%)	27.2	25.1	25.5	24.4
8. VACIOS LLENOS DE C.A. (%)	69	63	64	91

NOTA 1: LAS MUESTRAS DE AGREGADO Y ASFALTO FUERON TOMADAS EN PLANTA POR PERSONAL TECNICO DEL LABORATORIO INGENIERIA CIVIL.


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Jorge Montañez Reyes
Ing. Jorge Montañez Reyes
JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

SOLICITA : BACH-SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA*
 ADICION : 0.5%
 MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
 FECHA : 07/11/2016

ENSAYO METODO MARSHALL ASTM D-1559 Y AASHTO T-245

ENSAYO		CALCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1	Nº de Etiquetas				
2	Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	5.0	5.0	5.0
3	Grava triturada en peso de la Mezcla (mayor N°4)	%	39.16	39.16	39.16
4	Arenas combatidas en Peso de la Mezcla (menor N°4)	%	53.63	53.63	53.63
5	Filer Fino en Peso de la Mezcla (mínimo 65% pasa la Malla N° 200)	%			
6	Peso Específico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020
7	Peso Específico Bulk de la Grava + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.777	2.777	2.777
8	Peso Específico Aparente de la Grava + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E-206)	gr/cc	2.839	2.839	2.839
9	Peso Específico Bulk de la Arena + N°4 (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.747	2.747	2.747
10	Peso Específico Aparente de la Arena + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E-206)	gr/cc	2.779	2.779	2.779
11	Peso Específico aparente del filer	gr/cc			
12	Altura Promedio de la Etiqueta	cm	6.40	6.36	6.36
13	Peso de la Etiqueta Secca en el Aire (g.)	gr	1176.6	1168.4	1190.4
14	Peso de la Etiqueta en el Aire Saturado Superficialmente Secca	gr	1181.2	1168.5	1194.6
15	Peso de la Etiqueta Sumergida en el Agua	gr	640.6	637.7	642.7
16	Volumen de la Etiqueta	cc	540.6	530.8	551.0
17	Peso Unitario de la Etiqueta (ASTM D 2726, MTC E 514)	gr/cc	2.176	2.201	2.179
18	Peso Específico Teórico Máximo (PCE) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 500)	gr/cc	2.378	2.379	2.379
19	Máxima Densidad Teórica de los Agregados $100[(26)+(2^3)(7+8)+(4^3)(9+10)]$		2.597	2.597	2.597
20	% Vacíos con Aire (ASTM D 3009, MTC E 505)	%	8.5	7.5	9.3
21	Peso Específico Bulk del Agregado Total $(30+2)(37)+(45)+(5711)$		2.839	2.826	2.826
22	Peso Específico Aparente del Agregado Total $(300+216)(36)+(4710)+(5211)$		2.839	2.839	2.839
23	Peso Específico Efectivo del Agregado Total $(3+4)(37)(7+8)+(4^3)(9+10)+(5711)$		2.826	2.826	2.826
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total $100(23.21)(23.21)$		0.33	0.33	0.33
25	Vol. del Agregado Vol. Bruto de la Etiqueta $(3+4)(7172)$		71.3	72.1	70.7
26	Vol. del Asfalto efectivo Vol. de Etiqueta $100(25+20)$		10.87	10.83	10.81
27	Vacíos del Agregado Mineral	%	27.28	26.46	27.94
28	Asfalto Efectivo / Peso de la Mezcla $2-(24100)^2(3+4)$	%	4.7	4.7	4.7
29	Relación Besta Vacíos $(26/27)(10)$	%	98.8	71.8	66.8
30	Peso (0.01 pdg)	pdg	6.8	6.6	6.8
31	Estabilidad (lectura del de carga)		406	583	499
32	Estabilidad sin Corrección (Kg.)	Kg	1366	1864	1442
33	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04
34	Estabilidad Corregida (Kg)	Kg	1421	2073	1560

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 323505 - 326150 - 329486 Anexo 208
 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

SOLICITA : BACH: SALAZAR SALDARÑA (GIANCARLO KEINTH)
TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS ADICIONÁNDOLE CAUCHO POR LA TÉCNICA DE VÍA SECA
ADICIÓN : 0.5%
MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
FECHA : 07/11/2018

ENSAYO METODO MARSHALL ASTM D-1559 Y AASHTO T-245

ENSAYO		CÁLCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1	N° de Búsqueda				
2	Conversión Astillero en peso de la Mezcla	%	5.5	5.5	5.5
3	Gravó filtrado en peso de la Mezcla (Mayor N°4)	%	35.95	35.95	35.95
4	Áreas confirmados en Peso de la Mezcla (menor N°4)	%	53.25	53.25	53.25
5	Filtro Fino en Peso de la Mezcla (máximo tolerancia la tabla N° 200)	%			
6	Peso Específico Aparato del Concreto Astillero	g/cc	1.020	1.020	1.020
7	Peso Específico Baló de la Grava < N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 80, MTC E 209)	g/cc	2.777	2.777	2.777
8	Peso Específico Aparato de la Grava > N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 80, MTC E 209)	g/cc	2.839	2.839	2.839
9	Peso Específico Baló de la Arena < N°4 (ASTM C 128, AASHTO T 94, MTC E 205)	g/cc	2.747	2.747	2.747
10	Peso Específico Aparato de la Arena < N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 80, MTC E 205)	g/cc	2.779	2.779	2.779
11	Peso Específico Aparato del Filler	g/cc			
12	Alura Promedio de la Búsqueda	cm	6.40	5.30	6.30
13	Peso de la Búsqueda Seca en el Aire (g)	g	1190.4	1190.3	1190.5
14	Peso de la Búsqueda en el Aire Saturado Superficie mínima Seta	g	1190.9	1193.5	1192.3
15	Peso de la Búsqueda Sumergida en el Agua	g	697.5	692.5	695.0
16	Volumen de la Búsqueda	cc	552.4	521.0	535.5
17	Peso Líquido de la Búsqueda (ASTM D 2726, MTC E 514)	g/cm ³	2.242	2.295	2.264
18	Peso Específico Teórico Máximo (P.C.T.) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	g/cm ³	2.595	2.595	2.595
19	Máxima Densidad Teórica de los Agregados $\frac{100(2.65 + (3 \cdot 2.7) + (9 \cdot 2.75) + (4 \cdot 2.8) + 3.0))}{100}$		2.597	2.587	2.592
20	% Vacíos con Aire (ASTM D 3209, MTC E 505) $100 \cdot (1 - \frac{17.99}{2.592})$	%	5.4	5.4	5.4
21	Peso Específico Baló del Agregado Total $\frac{100 \cdot (2.65(37) + 4(9) + (57 \cdot 1))}{100}$		2.628	2.628	2.628
22	Peso Específico Aparato del Agregado Total $\frac{100 \cdot (2.7(70) + 4(10) + (11 \cdot 1))}{100}$		2.655	2.655	2.655
23	Peso Específico Clástico del Agregado Total $\frac{100 \cdot (2.7(207 + 10) + (4 \cdot 209 + 10) + (9 \cdot 11))}{100}$		2.629	2.629	2.629
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total $\frac{100 \cdot (6(25 - 21) + (23 \cdot 21))}{100}$		0.33	0.33	0.33
25	Vol. del Agregado / Vol. Puro de la Búsqueda $\frac{100 \cdot (7(17.2))}{100}$		73.1	73.1	73.1
26	Vol. del Asfalto Absorbido / Vol. de Búsqueda $\frac{100 \cdot (25 - 20)}{100}$		12.05	12.05	12.04
27	Vacíos del Agregado Mineral	%	26.51	24.71	25.69
28	Asfalto Efectivo / Peso de la Mezcla $\frac{100 \cdot (24(18.7) + 4)}{100}$	%	5.2	5.2	5.2
29	Enlace de Betón / Vacíos $\frac{100 \cdot (25(7.1))}{100}$	%	26.8	29.1	27.9
30	Vale (0.01 zoz)	ppg	7.5	9.3	8.8
31	Estabilidad (pesos del de carga)		473	461	466
32	Estabilidad sin Corrigir (kg)	kg	1563	1553	1557
33	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04
34	Estabilidad Corregida (kg)	kg	1537	1494	1515

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil
Ing. Jorge Montañes Reyes
JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

SOLICITA : BACH-SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TECNICA DE V/A SECA*
 ADICION : 0.5%
 MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
 FECHA : 07/11/2016

ENSAYO METODO MARSHALL ASTM D-1559 Y AASHTO T-245

ENSAJO		CALCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1	N° de Ensayos				
2	Cemento Adicionado en peso de la Mezcla	%	0.0	0.0	0.0
3	Gravámetro en peso de la Mezcla (trayor N°4)	%	39.74	39.74	39.74
4	Área del carbón en Peso de la Mezcla (trayor N°4)	%	62.97	62.97	62.97
5	Filler Fin en Peso de la Mezcla (primero 60% para la Malla N° 300)	%			
6	Peso Específico Aparente del Cemento Asfáltico	g/cc	1.020	1.020	1.020
7	Peso Específico Bulk de la Grava > N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	g/cc	2.777	2.777	2.777
8	Peso Específico Aparente de la Grava > N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	g/cc	2.838	2.838	2.838
9	Peso Específico Bulk de la Arena < N°4 (ASTM C 136, AASHTO T 84, MTC E 208)	g/cc	2.747	2.747	2.747
10	Peso Específico Aparente de la Arena < N°4 (ASTM C 136, AASHTO T 84, MTC E 208)	g/cc	2.779	2.779	2.779
11	Peso Específico aparente del Filler	g/cc			
12	Altera Protección de la Briqueta	mm	3.40	3.38	3.39
13	Peso de la Briqueta Secada al Aire (g)	g	1180.8	1191.4	1189.3
14	Peso de la Briqueta en el Aire Saturada Superficie Seca	g	1184.0	1196.0	1192.1
15	Peso de la Briqueta Sumergida en el Agua	g	682.6	685.9	689.3
16	Volumen de la Briqueta	cm ³	521.4	528.1	524.2
17	Peso Unitario de la Briqueta (ASTM D 2720, MTC E 514)	g/cm ³	2.286	2.286	2.243
18	Peso Específico Teórico Máximo (P.T.C.) (ASTM D 3041, AASHTO T 309, MTC E 508)	g/cm ³	2.35	2.35	2.35
19	Máxima Densidad Teórica de los Agregados	$100[(100) + (7.67 \times 4) + (4.75 \times 100)]$	2.597	2.597	2.597
20	% Vacíos con Aire (ASTM D 3200, MTC E 505)	$100[(1 - 1.7118)]$	3.8	4.0	4.05
21	Peso Específico Bulk del Agregado Total	$100 \times [(37.7) + (4.0) + (57.1)]$	2.829	2.829	2.830
22	Peso Específico Aparente del Agregado Total	$100 \times [(39.74) + (4.0) + (57.1)]$	2.971	2.971	2.971
23	Peso Específico Efectivo del Agregado Total	$100 \times [(39.74) + (4.0) + (57.1)]$	2.926	2.926	2.926
24	Artículo Absorción por el Agregado Total	$100 \times [(39.74) + (4.0) + (57.1)]$	0.33	0.53	0.33
25	Vol. del Agregado/ Vol. Bruto de la Briqueta	$(39.74) + (4.0)$	73.4	73.7	73.7
26	Vol. del Asfalto efectivo/ Vol. de Briqueta	$100 \times [(5 - 3.5)]$	13.15	13.11	13.17
27	Vacíos del Agregado Mineral	100 - 25	26.13	26.42	26.68
28	Asfalto Efectivo/ Peso de la Mezcla	$100 \times [(5 - 3.5)]$	5.7	5.7	5.7
29	Relación Betón Vacíos	$100 \times [(5 - 3.5)]$	65.8	64.3	65.1
30	Peso (0.01 pag)	g	6.4	7.8	7.11
31	Estabilidad de carga (Kg)	Kg	315	320	317.5
32	Estabilidad de Carga (Kg)	Kg	1.04	1.04	1.04
33	Factor de Estabilidad	Kg	1066	1032	1066
34	Estabilidad Corregida (g/g)	Kg	1198	1123	1066



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JURE



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

SOLICITA : BACH.SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA'
 ADICION : 0.5%
 MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
 FECHA : 07/11/2016

ENSAYO METODO MARSHALL ASTM D-1559 Y AASHTO T-245

ENSAYO		CALCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1	MF de Briqueta				
2	Cemento Aditivo al peso de la Mezcla	%	6.6	6.6	6.6
3	Grava Ponderada en peso de la Mezcla (mayor N°4)	%	38.64	38.54	38.54
4	Arénes combinadas en Peso de la Mezcla (menor N°4)	%	52.69	52.69	52.69
5	Fibra Fina en Peso de la Mezcla (menor 60 Micras la Malla N° 200)	%			
6	Peso Especifico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020
7	Peso Especifico Bulk de la Grava = N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 88, MTC E 200)	gr/cc	2.777	2.777	2.777
8	Peso Especifico Aparente de la Grava = N°4 (ASTM C 127, AASHTO T-85, MTC E 200)	gr/cc	2.830	2.838	2.838
9	Peso Especifico Bulk de la Arena = N°4 (ASTM C 128, AASHTO T 94, MTC E 200)	gr/cc	2.747	2.747	2.747
10	Peso Especifico Aparente de la Arena = N°4 (ASTM C 127, AASHTO T-85, MTC E 200)	gr/cc	2.779	2.779	2.779
11	Peso Especifico aparente del Fibra	gr/cc			
12	Alfura Promedio de la Briqueta	cm	6.40	6.36	6.38
13	Peso de la Briqueta Seca en el Aire (g)	gr	1172.8	1209.8	1170.9
14	Peso de la Briqueta en el Aire Saturada Superficialmente Secca	gr	1176.8	1212.1	1180.8
15	Peso de la Briqueta Sumergida en el Agua	gr	664.8	666.6	665.5
16	Volumen de la Briqueta	cc	517.4	525.6	511.8
17	Peso Unitario de la Briqueta (ASTM D 2720, MTC E 514)	kg/m ³	2.260	2.289	2.267
18	Peso Especifico Teórico Máximo (RICE) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.348	2.346	2.344
19	Medida Teórica de los Agregados $100[(295) + (3 \cdot 247) + (814 \cdot 219) + 100]$		2.587	2.597	2.597
20	% Vacios con Aire (ASTM D 3095, MTC E 505) $100(1 - 17118)$	%	2.6	2.1	1.8
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(100 - 294.377) + (49) + (513.1)$		2.828	2.829	2.829
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total $(100 - 210.208) + (410) + (511.1)$		2.986	2.986	2.986
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(3 + 49) + (2(7 + 8)) + (1^2(9 + 10) + (21 \cdot 1))$		2.829	2.829	2.829
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total $100(5.73 - 21) + (21^2 \cdot 1)$		0.33	0.33	0.33
25	Vol. del Agregado/ vol. Bruto de la Briqueta $(3 + 49) / 17021$		73.8	74.2	74.3
26	Vol. del Asfalto efectivo/ Vol. de Briqueta $100(25 + 20)$		14.80	14.84	14.84
27	Vacios del Agregado Mineral $100(25)$	%	24.89	24.34	24.22
28	Asfalto Efectivo/ Peso de la Mezcla $3(34102) / (3 + 4)$	%	9.2	8.2	8.2
29	Relación Beta Vacios $(25027) / 100$	%	89.8	91.3	92.0
30	Peso (0.01 pas.)	kg	8.2	7.4	7.6
31	Estabilidad (lectura del de carga)		341	390	380
32	Estabilidad del Curva (kg)	kg	1162	1336	1316
33	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04
34	Estabilidad Corrección (kg)	kg	1198	1388	1363



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 J.C.P.B.



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

SOLICITA : BACH. SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS ADICIONÁNDOLE CAUCHO POR LA TÉCNICA DE VÍA SECA*
 ADICION : 0.5%
 MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
 FECHA : 07/11/2016

ENSAYO MARSHALL AASHTO T-245 ASTM D-1559

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Partes Retenido	Porcentaje		ESPECIFICACIÓN MAC - II
			Rede	Pasa	
3"	76.200	-	-	-	
2"	50.800	-	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	-	
1"	25.400	-	-	-	
3/4"	19.000	-	-	100.0	100.0
1/2"	12.500	7.4	7.4	92.6	80 - 100
3/8"	9.525	19.5	17.9	82.1	70 - 88
Nº4	4.750	21.3	19.2	80.8	51 - 69
Nº10	2.000	20.0	16.2	83.8	30 - 52
Nº40	0.425	20.0	10.0	90.0	17 - 28
Nº60	0.250	8.7	11.3	88.7	8 - 17
Nº100	0.150	6.5	15.2	84.8	4 - 8
-Nº200		4.0	100.0		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montaña Royce
 JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

SOLICITA : BACH: BALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA"
ADICION : 1.2%
MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
FECHA : 07/11/2018

CANTERA PIEDRA CHANCADA
 CANTERA ARENA CHANCADA
 CANTERA ARENA ZARANDADA

PANCHO MEDINA
 PANCHO MEDINA
 BESIQUE

ENSAYOS PRELIMINARES

1- ENSAYO DE ADHERENCIA - PIEDRA - ASTM D1654

TIPO DE ASFALTO : PEN 80 - 70

RECUBRIMIENTO INICIAL % RECUBRIMIENTO FINAL % RETENIDO

100 96

2- ENSAYO DE RIEDEL WEBER - ARENA - MTC-E220

TIPO DE ASFALTO DESPLAZAMIENTO PARCIAL INDICE DESPLAZAMIENTO TOTAL INDICE

PEN 80 - 70 4 10

3- ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D421

AGREGADO PIEDRA ARENA CHANCADA ARENA NATURAL

% QUE PASA

	PIEDRA	ARENA CHANCADA	ARENA NATURAL
1"	100.0%		100.0%
3/4"	100.0%		100.0%
1/2"	80.0%		100.0%
3/8"	53.0%	100.0%	100.0%
Nº4	0.0%	95.1%	94.3%
Nº10		55.0%	73.0%
Nº40		25.5%	38.2%
Nº60		18.9%	17.0%
Nº200		8.0%	5.7%

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

 ING. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

SOLICITA : BACH.SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TÉCNICA DE VIA SECA*
ADICION : 1.2%
MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
FECHA : 07/11/2018

CANTERA PIEDRA CHANCADA : RUBEN (RANCHO MEDINA)
 CANTERA ARENA CHANCADA : RUBEN (RANCHO MEDINA)
 CANTERA ARENA ZARANGADA : RUBEN

MEZCLA DE AGREGADOS
 Grava Chancada : 39.2 %
 Arena Chancada y Zarangada : 61.0 %
 Especificaciones de Gradación : MAC - 2

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

- ESPECIFICACIONES DE GRADACION : MAC - 2
 - TIPO DE ASFALTO : PEN 60/70
 - PORCENTAJE DE OPTIMO DE A.C. : 5.60 %

c.- CARACTERÍSTICAS DEL MARSHALL

- Nº DE GOLPES DE CAPA	75	75	75	75
- CEMENTO ASFALTICO (%)	5.0	5.5	6.0	6.5
- PESO ESPECIFICO (Kg/cc.)	2.263	2.266	2.266	2.241
- ESTABILIDAD (Kg)	1827	1506	1570	1654
- FLUIDO (S.U) (psi)	6.33	5.83	6.65	8.00
- VACIOS DE AIRE (%)	4.87	4.87	1.90	0.95
- VACIOS DE AGREGADO MINERAL (%)	24.4	24.0	23.8	23.0
- VACIOS LLENOS DE C.A. (%)	81	89	92	99

NOTA : LAS MUESTRAS DE AGREGADO Y ASFALTO FUERON TONADAS EN PLANTA POR PERSONAL TECNICO DEL LABORATORIO UNEDCO E.I.A.L.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



SOLICITA : BACH: SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA*
 ADICION : 1.2%
 MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
 FECHA : 07/11/2016

ENSAYO METODO MARSHALL ASTM D-1558 Y AASHTO T-245

ENSAJO		CALCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1	Nº de Brinqueta				
2	Cemento Anhidrico en peso de la Mezcla	%	5.0	5.0	5.0
3	Ceava triturada en peso de la Mezcla (mayor N°4)	%	39.16	39.16	39.16
4	Arenas contaminadas en Pasa de la Mezcla (menor N°4)	%	53.53	53.53	53.53
5	Filler Fino en Pasa de la Mezcla (menor 65µ pasa la Malla N° 200)	%			
6	Peso Especifico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020
7	Peso Especifico Bulk de la Ceava + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cc	2.777	2.777	2.777
8	Peso Especifico Aparente de la Ceava + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cc	2.838	2.838	2.838
9	Peso Especifico Bulk de la Arena + N°4 (ASTM C 128, AASHTO T 94, MTC E 205)	gr/cc	2.747	2.747	2.747
10	Peso Especifico Aparente de la Arena + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cc	2.779	2.779	2.779
11	Peso Especifico aparente del Filler	gr/cc			
12	Altura Promedio de la Brinqueta	cm.	6.40	6.38	6.36
13	Peso de la Brinqueta Seca en el Aire (g)	g	1197.3	1198.1	1176.0
14	Peso de la Brinqueta en el Aire Saturada Superficialmente Seca	g	1201.8	1198.9	1177.2
15	Peso de la Brinqueta Sumergida en el Agua	g	648.3	652.8	666.9
16	Volumen de la Brinqueta	cc	553.5	516.1	510.3
17	Peso Unitario de la Brinqueta (ASTM D 2728, MTC E 514)	gr/cc	2.163	2.321	2.306
18	Peso Especifico Teórico Máximo (RCE) (ASTM D 2041, AASHTO T 208, MTC E 508)	gr/cc	2.379	2.379	2.379
19	Máxima Densidad Teórica de los Agregados $100[(2.75)/(2.75+0.75)] + [(4*2.75)/(4*2.75+10)]$		2.567	2.567	2.567
20	% Vacíos con Aire (ASTM D 3335, MTC E 505) $100[1 - (17/10)]$	%	9.1	9.4	9.1
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(100/2.75)(37+49.5+51.1)$		2.829	2.829	2.829
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total $(100/2.75)(37+49.5+51.1)$		2.939	2.939	2.939
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(3+4)(2.75/7+8) + (4*2.75/10) + (5/11)$		2.829	2.829	2.829
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total $100[(25-21)(2.75/2.75)]$		0.33	0.33	0.33
25	Vol. del Agregado/ Vol. Brnco de la Brinqueta $(3+4)^2/17/21$		70.5	78.1	75.5
26	Vol. del Asfalto efectivo/ Vol. de Brinqueta $100[(25-30)]$		10.82	10.83	10.61
27	Vacíos del Agregado Mineral	%	27.73	22.44	23.01
28	Asfalto Efectivo/ Peso de la Mezcla $2-[24/100](3+4)$	%	4.7	4.7	4.7
29	Relación Betón Vacíos $(28/27)*100$	%	87.3	89.2	86.4
30	Flejo (0.01 pulg)	mm	4.8	5.8	7.9
31	Estabilidad (forma total de carga)		620	541	406
32	Estabilidad sin Corregir (Kg)	Kg	2084	1620	1366
33	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04
34	Estabilidad Corregida (Kg)	Kg	2187	1693	1421

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



SOLICITA : BACH.SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA*
 ADICION : 1.2%
 MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
 FECHA : 07/11/2016

ENSAYO METODO MARSHALL ASTM D-1559 Y AASHTO T-245

ENSAYO		CALCULO DE			PROMEDIO
		1	2	3	
1	Nº de Biquetas				
2	Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	5.5	5.5	5.5
3	Grava triturada en peso de la Mezcla (Mayor Nº4)	%	38.95	38.95	38.95
4	Arenas combinadas en Peso de la Mezcla (menor Nº4)	%	53.25	53.25	53.25
5	Fibra Fina en Peso de la Mezcla (máximo 0.5% para la Mala Nº 200)	%			
6	Peso Especifico Aparente del Cemento Asfáltico	g/cc	1.020	1.020	1.020
7	Peso Especifico Bulk de la Grava > Nº4 (ASTM C 127, AASHTO T 95, MTC E 200)	g/cc	2.777	2.777	2.777
8	Peso Especifico Aparente de la Grava > Nº4 (ASTM C 127, AASHTO T 95, MTC E 200)	g/cc	2.838	2.838	2.838
9	Peso Especifico Bulk de la Arena > Nº4 (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	g/cc	2.747	2.747	2.747
10	Peso Especifico Aparente de la Arena < Nº4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	g/cc	2.779	2.779	2.779
11	Peso Especifico aparente del Fibra	g/cc			
12	Aforo Promedio de la Biqueta	cm	6.40	6.20	6.20
13	Peso de la Biqueta Seca en el Aire (g)	gr	1187.3	1182.6	1186.1
14	Peso de la Biqueta en el Aire Saturada Superficialmente Secc	gr	1187.8	1196.0	1197.7
15	Peso de la Biqueta Sumergida en el Agua	gr	654.0	666.7	675.5
16	Volumen de la Biqueta	cc	533.0	508.3	522.7
17	Peso Unitario de la Biqueta (ASTM D 2728, MTC E 514)	g/cm ³	2.228	2.342	2.288
18	Peso Especifico Teórico Máximo (PCE) (ASTM D 2041, AASHTO T 200, MTC E 508)	g/cm ³	2.395	2.395	2.395
19	Máxima Densidad Teórica de los Agregados $100(205 + (3 \cdot 207 + 5 \cdot 205 + 100))$		2.597	2.597	2.597
20	% Vacios en Aire (ASTM D 3203, MTC E 505) $100(1 - 17/18)$	%	7.0	3.2	4.4
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(105 + 2)(307 + 400 + 511)$		2.828	2.828	2.828
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total $(100 + 2)(308 + 4010 + 511)$		2.955	2.955	2.955
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(3 + 4)(323 + 7 + 80 + 420 + 10 + 511)$		2.828	2.828	2.828
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total $100(6 + 25 + 21)(23 + 21)$		0.33	0.33	0.33
25	Vol. del Agregado/ Vol. Dens de la Biqueta $(3 + 4) \cdot 17/21$		72.9	70.8	74.8
26	Vol. del Asfalto efectivo/ Vol. de Biqueta $100 \cdot (25 + 20)$		12.05	12.03	12.01
27	Vacios del Agregado Mineral	%	35.97	22.18	23.94
28	Asfalto Efectivo (Peso de la Mezcla)	%	5.2	5.2	5.2
29	Relación Sella/Vacios	%	95.9	90.0	81.4
30	Flujo (0.01 pulg)	pas	4.5	5.3	5.8
31	Estabilidad (lectura dial de carga)		484	305	807
32	Estabilidad sin Corregr (kg)	kg	1853	1235	1706
33	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04
34	Estabilidad Correjada (kg)	kg	1738	1283	1773

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



SOLICITA : BACH-SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA*
 ADICION : 1.2%
 MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
 FECHA : 07/11/2018

ENSAYO METODO MARSHALL ASTM D-1559 Y AASHTO T-245

ENSAYO		CALCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1	Nº de Briqueta				
2	Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	6.0	6.0	6.0
3	Grava #10 en peso de la Mezcla (mayor N°4)	%	38.74	38.74	38.74
4	Arenas combinadas en Peso de la Mezcla (menor N°4)	%	52.97	52.97	52.97
5	Filler Fino en Peso de la Mezcla (máximo 85% pasa la Malla N° 200)	%			
6	Peso Específico Aparente del Cemento Asfáltico	g/cc	1.020	1.020	1.020
7	Peso Específico Bulk de la Grava + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 95, MTC E 206)	g/cc	2.777	2.777	2.777
8	Peso Específico Aparente de la Grava + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 95, MTC E 206)	g/cc	2.838	2.838	2.838
9	Peso Específico Bulk de la Arena + N°4 (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	g/cc	2.747	2.747	2.747
10	Peso Específico Aparente de la Arena + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 95, MTC E 206)	g/cc	2.779	2.779	2.779
11	Peso Específico aparente del filler	g/cc			
12	Altera Promedio de la Briqueta	cm	6.40	6.38	6.36
13	Peso de la Briqueta Seca en el Aire (g)	gr	1192.2	1199.4	1196.2
14	Peso de la Briqueta en el Aire Saturada Superficialmente Seca	gr	1192.5	1198.9	1197.1
15	Peso de la Briqueta Sumergida en el Agua	gr	675.6	679.1	678.2
16	Volumen de la Briqueta	cc	518.7	519.8	518.9
17	Peso Utilizado de la Briqueta (ASTM D 2726, MTC E 514)	g/cm ³	2.307	2.306	2.306
18	Peso Específico Teórico Máximo (RCC) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	g/cm ³	2.95	2.95	2.95
19	Máxima Densidad Teórica de los Agregados $100[(265)(P_1) + (265)(P_2) + (265)(P_3) + (265)(P_4)]$		2.597	2.597	2.597
20	% Vacíos con Aire (ASTM D 2303, MTC E 506) $100[1 - (W/P)]$	%	1.8	1.8	1.80
21	Peso Específico Bulk del Agregado Total $(100 - W)(P_1) + (W)(P_2)$		2.829	2.829	2.829
22	Peso Específico Aparente del Agregado Total $(100 - W)(P_1) + (W)(P_2)$		2.971	2.971	2.971
23	Peso Específico Efectivo del Agregado Total $(3 + W)(P_1) + (7 + W)(P_2) + (10)(P_3)$		2.828	2.828	2.828
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total $100[(W)(P_1) - (W)(P_2)]$		0.33	0.33	0.33
25	Vol. del Agregado / Vol. Bruto de la Briqueta $(3 + W)(P_1) + (7 + W)(P_2) + (10)(P_3)$		74.8	74.8	74.7
26	Vol. del Asfalto efectivo / Vol. de Briqueta $100 - (20 + W)$		13.15	13.11	13.11
27	Vacíos del Agregado Mineral $100 - 25$	%	23.72	23.78	23.86
28	Asfalto Efectivo / Peso de la Mezcla $2(20 + W)(3 + W)$	%	5.7	5.7	5.7
29	Relación Besta / Vacíos $(20 + W) / 100$	%	92.3	92.0	91.7
30	Flujo (0.01 mm)	mm	6.0	6.0	6.00
31	Estabilidad (lectura final de carga)		436	417	481
32	Estabilidad sin Corrección (Kg)	Kg	1466	1406	1663
33	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04
34	Estabilidad Correjada (Kg)	Kg	1520	1482	1619

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



SOLICITA : BACH-SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CALUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA*
 ADICION : 1.2%
 MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
 FECHA : 07/11/2016

ENSAYO METODO MARSHALL ASTM D-1559 Y AASHTO T-245

ENSAYO		CALCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1	TP de Enquesta				
2	Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	8.5	6.5	6.5
3	Grava triturada en peso de la Mezcla (mayor N°4)	%	38.54	39.54	39.54
4	Aréolas combinadas en Peso de la Mezcla (menor N°4)	%	62.69	52.69	62.69
5	Fibra Fina en Peso de la Mezcla (promedio 65% peso la Malla N° 200)	%			
6	Peso Especifico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020
7	Peso Especifico Bulk de la Grava + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 200)	gr/cc	2.777	2.777	2.777
8	Peso Especifico Aparente de la Grava + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 200)	gr/cc	2.838	2.838	2.838
9	Peso Especifico Bulk de la Arena + N°4 (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.747	2.747	2.747
10	Peso Especifico Aparente de la Arena + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.779	2.779	2.779
11	Peso Especifico aparente del fibra	gr/cc			
12	Altura Promedio de la Enquesta	cm	6.40	6.36	6.38
13	Peso de la Enquesta Secca en el Aire (g)	gr	1168.2	1213.8	1191.9
14	Peso de la Enquesta en el Aire Saturado Superficialmente Secco	gr	1168.1	1214.5	1192.0
15	Peso de la Enquesta Sumergida en el Agua	gr	671.2	686.1	683.3
16	Volumen de la Enquesta	cc	498.9	519.4	509.5
17	Peso Unitario de la Enquesta (ASTM D 2726, MTC E 514)	191lb	2.347	2.337	2.339
18	Peso Especifico Teórico Máximo (RICE) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.349	2.349	2.349
19	Máxima Cantidad Teórica de los Agregados	$100[(20)+(0^2)(7+6)+(4^2)(9+10)]$	2.597	2.597	2.597
20	% Vacíos con Aire (ASTM D 929, MTC E 503)	$100[(1-17/18)]$	0.1	0.5	0.4
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	$(100-20)(2/7)+(40)+(5/11)$	2.828	2.828	2.828
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	$(100-21)(2/8)+(4/10)+(5/11)$	2.988	2.988	2.988
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	$(3-40)(2/3)(7+10)+(4^2)(9+10)+(5/11)$	2.828	2.828	2.828
24	Asfalto Absorbido para el Agregado Total	$100^2(25-21)(0.3^2)$	0.33	0.33	0.33
25	Vol. del Agregado/ Vol. Bruto de la Enquesta	$(3+4)^2/1021$	75.7	75.4	75.4
26	Vol. del Asfalto efectivo/ Vol. de Enquesta	$100-(25+20)$	14.80	14.84	14.84
27	Vacíos del Agregado Mineral	100-25	22.78	23.11	23.05
28	Asfalto Efectivo / Peso de la Mezcla	$2-(24/100)(3+4)$	6.2	6.2	6.2
29	Relación Betón Vacíos	$(25/27)(100)$	98.5	97.8	98.1
30	Raio (0.01 pulg)	pulg	7.8	8.8	8.00
31	Estabilidad (lectura dial de carga)		426	408	427
32	Estabilidad sin Corrección (Kg)	Kg	1438	1376	1673
33	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04
34	Estabilidad Corregida (Kg)	Kg	1488	1431	1740

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montaña Reyes
 JEFE



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

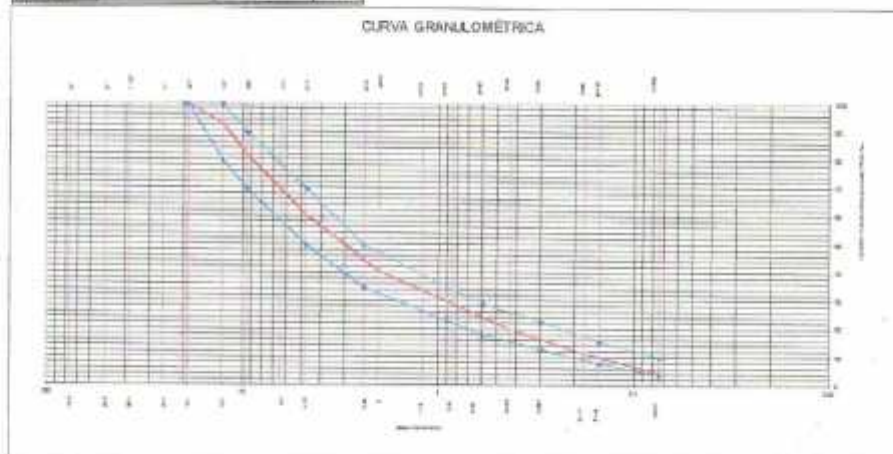
SOLICITA : BACH.SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA*
 ADICION : 1.2%
 MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
 FECHA : 07/11/2016

ENSAYO MARSHALL AASHTO T-245 ASTM D-1559

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(% Partícula Retenido)	(% Acumulado)		ESPECIFICACION MAC - II
			Reto	Pasa	
3"	76.200	-	-	-	
2"	50.800	-	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	-	
3/4"	19.050	-	-	100.0	100.0
1/2"	12.500	7.4	7.4	92.6	80 - 100
3/8"	9.525	10.5	17.9	82.1	70 - 88
3/4"	4.750	21.3	39.2	60.8	51 - 60
Nº10	2.000	20.6	59.2	40.8	38 - 52
Nº40	0.425	20.8	80.9	20.0	17 - 26
Nº60	0.250	8.7	88.7	11.3	6 - 17
Nº200	0.075	6.5	93.2	4.8	4 - 8
Nº200		4.8	100.0		

CURVA GRANULOMÉTRICA



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 323505 - 326150 - 329486 Anexo 208
 Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

SOLICITA : BACH: SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA*
ADICION : 1.8%
MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
FECHA : 07/11/2016

CANTERA PIEDRA CHANCADA
 CANTERA ARENA CHANCADA
 CANTERA ARENA ZARANDEADA

FANCHO MEDINA
 FANCHO MEDINA
 BESOLE

ENSAYOS PRELIMINARES

1- ENSAYO DE ADHERENCIA - PIEDRA - ASTM, D1694

TIPO DE ASFALTO : PEN 80 - 70

RECUBRIMIENTO INICIAL % RECUBRIMIENTO FINAL % RETENIDO

100 95

2- ENSAYO DE RIEDEL WEBER - ARENA - MTC-E220

TIPO DE ASFALTO DESPLAZAMIENTO PARCIAL INDICE DESPLAZAMIENTO TOTAL INDICE

PEN 80 - 70 4 10

3- ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D421

AGREGADO PIEDRA ARENA CHANCADA ARENA NATURAL

% QUE PASA

	PIEDRA	ARENA CHANCADA	ARENA NATURAL
1"	100.0%		100.0%
3/4"	80.0%		100.0%
1/2"	55.0%	100.0%	100.0%
3/8"	0.0%	91.1%	94.3%
Nº4		50.0%	73.9%
Nº10		25.0%	38.2%
Nº40		16.0%	17.0%
Nº200		0.0%	5.7%

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 323505 - 326150 - 329486 Anexo 208
 Email: imsyem@usanpedro.edu.pe



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

SOLICITA : BACH.SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA"
ADICION : 1.8%
MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
FECHA : 07/11/2018

CANTERA PIEDRA CHANCADA : RUBEN (PANCHO MEDINA)
 CANTERA ARENA CHANCADA : RUBEN (PANCHO MEDINA)
 CANTERA ARENA ZARANDADA : RUBEN

MEZCLA DE AGREGADOS
 Grava Chancada : 39.2 %
 Arena Chancada y Zarandada : 61.0 %
 Especificaciones de Gradación : MAC - 2

DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

- ESPECIFICACIONES DE GRADACION : MAC - 2
 - TIPO DE ASFALTO : PEN 80/70
 - PORCENTAJE DE OPTIMO DE A.C. : 5.62 %

d.- CARACTERISTICAS DEL MARSHALL

- TP DE GOLPES DE CAPA	75	75	75	75
- CEMENTO ASFALTICO (%)	5.0	5.5	6.0	6.5
- PESO ESPECIFICO (kg/cc)	2.324	2.354	2.354	2.354
- ESTABILIDAD (kg)	1651	3685	2704	1676
- FLUJO (0.01 pul)	5.47	8.87	8.00	8.90
- VACIOS DE AJRE (%)	2.33	2.33	0.83	0.65
- VACIOS DE AGREGADO MINERAL (%)	22.4	21.6	23.0	23.2
- VACIOS LLENOS DE C.A. (%)	90	93	96	97

NOTA : LAS MUESTRAS DE AGREGADO Y ASFALTO FUERON TOMADA EN PLANTA POR PERSONAL TECNICO DEL LABORATORIO UNIBEO EJAL.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



SOLICITA : BACH:SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA*
 ADICION : 1.8%
 MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
 FECHA : 07/11/2016

ENSAYO METODO MARSHALL ASTM D-1559 Y AASHTO T-245

ENSAYO	CALCULOS			PROMEDIO
	1	2	3	
1. Peso de la Biqueta				
2. Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	5.0	5.0	5.0
3. Grava filtrada en peso de la Mezcla (mayor N°4)	%	39.16	39.16	39.16
4. Arena combinada en Peso de la Mezcla (menor N°4)	%	53.53	53.53	53.53
5. Filler Fino en Peso de la Mezcla (mínimo 55% pasa la Malla N° 200)	%			
6. Peso Específico Aparente del Cemento Asfáltico	g/cc	1.020	1.020	1.020
7. Peso Específico Bulk de la Grava + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 95, MTC E 200)	g/cc	2.777	2.777	2.777
8. Peso Específico Aparente de la Grava + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 95, MTC E 200)	g/cc	2.638	2.638	2.638
9. Peso Específico Bulk de la Arena + N°4 (ASTM C 128, AASHTO T 94, MTC E 200)	g/cc	2.747	2.747	2.747
10. Peso Específico Aparente de la Arena + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 95, MTC E 200)	g/cc	2.779	2.779	2.779
11. Peso Específico aparente del filler	g/cc			
12. Agua Promedio de la Biqueta	cc	6.40	6.36	6.36
13. Pesa de la Biqueta Seca en el Aire (g.)	g	1201.9	1197.2	1200.7
14. Pesa de la Biqueta en el Aire Saturada Superficialmente Secca	g	1204.1	1199.6	1204.2
15. Pesa de la Biqueta Sumergida en el Agua	g	688.0	686.1	684.5
16. Volumen de la Biqueta	cc	516.1	513.5	519.7
17. Peso Unitario de la Biqueta (ASTM D 3126, MTC E 514)	g/cm ³	2.329	2.331	2.310
18. Peso Específico Teórico Máximo (RICE) (ASTM D 3041, AASHTO T 209, MTC E 500)	g/cm ³	2.379	2.379	2.379
19. Máxima Densidad Teórica de los Agregados $100[(265) - (G^*207 + 85) + (4^*200) + 100]$		2.597	2.597	2.597
20. % Vacíos con Aire (ASTM D 3126, MTC E 505) $100[1 - (V/V_m)]$	%	2.1	2.0	2.0
21. Peso Específico Bulk del Agregado Total $(100 - 2A) / (37 + (49) - (51.1))$		2.626	2.626	2.626
22. Peso Específico Aparente del Agregado Total $(100 - 21) / (38) + (4/10) + (5/11)$		2.930	2.930	2.930
23. Peso Específico Efectivo del Agregado Total $(3 + 4) / (3 * 207 + 85) + (4^* 200 + 10) + (5 * 11)$		2.626	2.626	2.626
24. Astado Absorbido por el Agregado Total $100[(23 - 21) / (23 * 21)]$		0.33	0.33	0.33
25. Vol. del Agregado / Vol. Bruto de la Biqueta $(3 + 4) / 17.21$		76.3	76.4	75.7
26. Vol. del Astado efectivo Vol. de Biqueta $100 - (25 + 20)$		10.82	10.83	10.81
27. Vacíos del Agregado Mineral	%	22.10	22.11	22.81
28. Astado Efectivo / Peso de la Mezcla $2 - (24 / 100) / (3 + 4)$	%	4.7	4.7	4.7
29. Relación entre Vacíos	%	90.6	91.0	87.4
30. Flujo (0.01 pulg.)	mm	6.7	6.2	6.5
31. Estabilidad (lectura del de carga)		673	665	449
32. Estabilidad en Correjo (Kg.)	Kg	1927	1900	1513
33. Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04
34. Estabilidad Correjo (Kg.)	Kg	2004	1976	1573

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



SOLICITA : BACH:SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CALUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA*
 ADICION : 1.8%
 MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
 FECHA : 07/11/2016

ENSAYO METODO MARSHALL ASTM D-1559 Y AASHTO T-245

ENSAYO	CALCULOS			PROMEDIO
	1	2	3	
1 N° de Biqueta				
2 Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	5.5	5.5	5.5
3 Grava triturada en peso de la Mezcla (mayor N°4)	%	39.95	39.95	39.95
4 Arenas combinadas en Peso de la Mezcla (menor N°4)	%	53.25	53.25	53.25
5 Fibras Fino en Peso de la Mezcla (máximo 65%pass la Malla N° 200)	%			
6 Peso Específico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020
7 Peso Específico Bulk de la Grava + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.777	2.777	2.777
8 Peso Específico Aparente de la Grava + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E-206)	gr/cc	2.839	2.839	2.839
9 Peso Específico Bulk de la Arena + N°4 (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.747	2.747	2.747
10 Peso Específico Aparente de la Arena + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E-206)	gr/cc	2.779	2.779	2.779
11 Peso Específico aparente del fibr	gr/cc			
12 Altura Promedio de la Biqueta	cm	5.40	5.35	5.35
13 Peso de la Biqueta Seca en el Aire (g)	g	1194.0	1200.9	1204.1
14 Peso de la Biqueta en el Aire Saturada Superficialmente Seca	gr	1196.7	1211.0	1206.6
15 Peso de la Biqueta Sumergida en el Agua	gr	690.0	696.0	693.8
16 Volumen de la Biqueta	cc	506.7	513.0	512.8
17 Peso Unitario de la Biqueta (ASTM D 2726, MTC E 516)	gr/cm ³	2.365	2.367	2.364
18 Peso Específico Teórico Máximo (RICE) (ASTM D 2041, AASHTO T 309, MTC E 508)	gr/cm ³	2.395	2.395	2.395
19 Máxima Densidad Teórica de los Agregados $1000(2.65+3(2.7+8)+4(2.75+10))$		2.597	2.597	2.597
20 % Vacíos con Aire (ASTM D 3203, MTC E 505) $100(1-17.98)$	%	1.6	1.6	2.0
21 Peso Específico Bulk del Agregado Total $(100-26(3.7+4(8)+5(11)))$		2.829	2.829	2.829
22 Peso Específico Aparente del Agregado Total $(100-21)((3.6)+(4(10)+(8(11)))$		2.955	2.955	2.955
23 Peso Específico Efectivo del Agregado Total $(3+4)(3(2(7+8))+4(2(8+10)+(5(11))))$		2.826	2.826	2.826
24 Ancho Absorbido por el Agregado Total $100(23-21)(2(7+21))$		0.33	0.33	0.33
25 Vol. del Agregado/ Vol. Bruto de la Biqueta $(3+4)^2(17(21))$		76.8	76.8	76.5
26 Vol. del Asfalto efectivo/ Vol. de Biqueta $100(25+20)$		12.05	12.03	12.01
27 Vacíos del Agregado Mineral	%	21.89	21.89	21.97
28 Ancho Efectivo / Peso de la Mezcla $3(24(100)(3+4))$	%	5.2	5.2	5.2
29 Relación entre Vacíos	%	95.0	82.8	81.1
30 Flajo (0.01 pulg)	pulg.	7.8	5.8	7.2
31 Estabilidad (lectura directa de carga)	Kg	536	564	566
32 Estabilidad por Corrección (Kg)	Kg	1913	2021	1970
33 Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04
34 Estabilidad Corrección (Kg)	Kg	1888	2329	2049

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 Ing. Jorge Montañez Reyes
 JEFE



SOLICITA : BACH.SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA'
 ADICION : 1.8%
 MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
 FECHA : 07/11/2016

ENSAYO METODO MARSHALL ASTM D-1559 Y AASHTO T-245

ENSAYO		CALCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1	Nº de Biqueta				
2	Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	6.0	6.0	6.0
3	Grava titulada en peso de la Mezcla (mayor N°4)	%	98.74	98.74	98.74
4	Arandas combinadas en Peso de la Mezcla (menor N°4)	%	62.97	62.97	62.97
5	Filer Fino en Peso de la Mezcla (mínimo 60/100 de la Malla N° 200)	%			
6	Peso Especifico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020
7	Peso Especifico Bulk de la Grava + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cc	2.777	2.777	2.777
8	Peso Especifico Aparente de la Grava + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cc	2.838	2.838	2.838
9	Peso Especifico Bulk de la Aranda + N°4 (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 208)	gr/cc	2.747	2.747	2.747
10	Peso Especifico Aparente de la Aranda + N°4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 208)	gr/cc	2.779	2.779	2.779
11	Peso Especifico aparente del filler	gr/cc			
12	Altura Promedio de la Biqueta	cm	6.40	6.38	6.36
13	Peso de la Biqueta Seca en el Aire (g)	gr	1204.4	1199.8	1201.7
14	Peso de la Biqueta en el Aire Saturado Superficialmente Seca	gr	1206.3	1202.3	1203.9
15	Peso de la Biqueta Sumergida en el Agua	gr	689.5	688.1	687.7
16	Volumen de la Biqueta	cc	516.8	514.2	516.2
17	Peso Unitario de la Biqueta (ASTM D 2728, MTC E 514)	gr/cm ³	2.330	2.333	2.326
18	Peso Especifico Teórico Máximo (RICE) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 508)	gr/cc	2.35	2.35	2.35
19	Altera Densidad Teórica de los Agregados $\frac{100(26)+(9*27+8)+(4*29+10)}{100(1+17/18)}$	gr/cc	2.597	2.597	2.597
20	% Vacíos con Aire (ASTM D 3503, MTC E 505)	%	0.8	0.7	0.8
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total $\frac{100(2/93/7)+(4/9)+(5/11)}$		2.829	2.829	2.829
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total $\frac{100(21)/(3/8)+(4/10)+(5/11)}$		2.971	2.971	2.971
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $\frac{(3+4)/(8*2/7+3)+(4*3/9+10)+(5/11)}$		2.828	2.828	2.828
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total $\frac{100(6(25-2)/(25*2))}{100}$		0.33	0.33	0.33
25	Vol. del Agregado/ Vol. Bruto de la Biqueta $\frac{(3+4)/(17/2)}{100}$		75.5	75.7	75.5
26	Vol. del Asfalto efectivo/ Vol. de Biqueta $\frac{100(25+30)}{100}$		18.15	13.11	13.17
27	Vacíos del Agregado Móvil	%	22.96	22.96	23.04
28	Asfalto Efectivo (Peso de la Mezcla) $\frac{2(24/100)(3+4)}{100}$	%	5.7	5.7	5.7
29	Relación Besta Vacíos	%	96.4	96.9	96.4
30	Flujo (0.01 por)	ppg	8.8	7.5	8.5
31	Estabilidad (lectura dial de campo)		680	674	685
32	Estabilidad en Corregir (Kg)	Kg	1883	1930	1867
33	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04
34	Estabilidad Corregida (Kg)	Kg	1958	2007	2046

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 Ing. Jorge Martínez Reyes
 JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

SOLICITA : BACH.SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA'
 ADICION : 1.8%
 MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
 FECHA : 07/11/2016

ENSAYO METODO MARSHALL ASTM D-1559 Y AASHTO T-245

ENSAYO		CALCULOS			PROMEDIO
		1	2	3	
1	Nº de Biquetas				
2	Cemento Asfáltico en peso de la Mezcla	%	6.6	6.6	6.6
3	Grava triturada en peso de la Mezcla (mayor Nº4)	%	35.54	36.54	36.54
4	Arenas combinadas en Peso de la Mezcla (menor Nº4)	%	62.69	62.69	62.69
5	Filler Fino en Peso de la Mezcla (máximo 85% para la Malla Nº 200)	%			
6	Peso Específico Aparente del Cemento Asfáltico	gr/cc	1.020	1.020	1.020
7	Peso Específico Bulk de la Grava + Nº4 (ASTM C 127, AASHTO T 85, MTC E 206)	gr/cc	2.777	2.777	2.777
8	Peso Específico Aparente de la Grava + Nº4 (ASTM C 127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.838	2.838	2.838
9	Peso Específico Bulk de la Arena + Nº4 (ASTM C 128, AASHTO T 84, MTC E 205)	gr/cc	2.747	2.747	2.747
10	Peso Específico Aparente de la Arena + Nº4 (ASTM C127, AASHTO T-85, MTC E-206)	gr/cc	2.779	2.779	2.779
11	Peso Específico aparente del filler	gr/cc			
12	Altura Promedio de la Biqueta	cm	6.40	6.38	6.36
13	Peso de la Biqueta llena en el Aire (g)	g	1203.2	1194.7	1206.4
14	Peso de la Biqueta en el Aire Saturada Superficialmente Seca	g	1205.4	1186.5	1206.0
15	Peso de la Biqueta Sumergida en el Agua	g	690.3	694.5	690.5
16	Volumen de la Biqueta	cc	515.1	512.0	513.5
17	Peso Unitario de la Biqueta (ASTM D 2726, MTC E 914)	lb/ft ³	2.337	2.333	2.331
18	Peso Específico Técnico Máximo (RICE) (ASTM D 2041, AASHTO T 209, MTC E 588)	gr/cc ³	2.349	2.349	2.349
19	Máxima Densidad Teórica de los Agregados $100[(2.65/(1+(2.65-2.65)/10)) + (35.54/(2.65-2.65)) + (36.54/(2.65-2.65)) + (62.69/(2.65-2.65))]$		2.597	2.597	2.597
20	% Vacíos con Aire (ASTM D 3203, MTC E 505)	%	0.6	0.7	0.6
21	Peso Específico Bulk del Agregado Total $(100-21)/(3.08)+(40)/(5.11)$		2.638	2.628	2.633
22	Peso Específico Aparente del Agregado Total $(100-21)/(3.08)+(40)/(5.11)$		2.965	2.996	2.980
23	Peso Específico Efectivo del Agregado Total $(3-4)/(3.267+8)/(4*219+10)+(5.11)$		2.838	2.820	2.829
24	Asfalto Absorbido por el Agregado Total $100*(23-21)/(28*21)$		0.33	0.33	0.33
25	Vol. del Agregado Vol. Bruto de la Biqueta $(3-4)*1721$		75.4	75.3	75.2
26	Vol. del Asfalto efectivo Vol. de Biqueta $100*(23-20)$		14.90	14.04	14.04
27	Vacíos de Agregado Mineral $100-21$	%	23.11	23.22	23.30
28	Asfalto Efectivo / Peso de la Mezcla $2*(24/100)/(3+6)$	%	6.2	6.2	6.2
29	Relación Base/Vacíos $(26/27)*100$	%	97.8	97.1	97.3
30	Peso (0.01 pulg.)	lbs	7.8	6.8	6.5
31	Estabilidad (lectura dial de carga)		474	495	467
32	Estabilidad en Compresión (Kg)	Kg	1666	1666	1673
33	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04
34	Estabilidad Corregida (Kg)	Kg	1858	1733	1636

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Iny. Jorge Montañez Reyes
 JEFE

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 323505 - 326150 - 329486 Anexo 208
 Email: Imsyem@usanpedro.edu.pe



USP

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

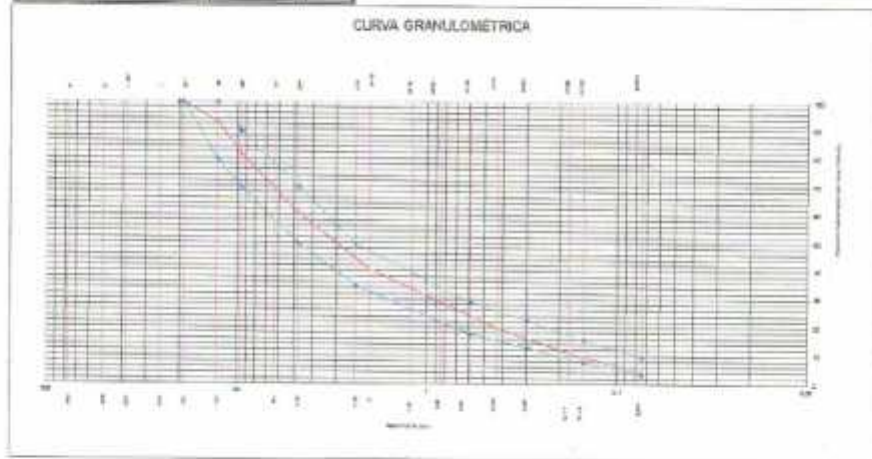
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

SOLICITA : BACH. SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
 TESIS : COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFALTICAS ADICIONANDOLE CAUCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA
 ADICION : 1.8%
 MATERIAL : DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE TIPO MAC-2
 FECHA : 07/11/2016

ENSAYO MARSHALL AASHTO T-245 ASTM D-1558

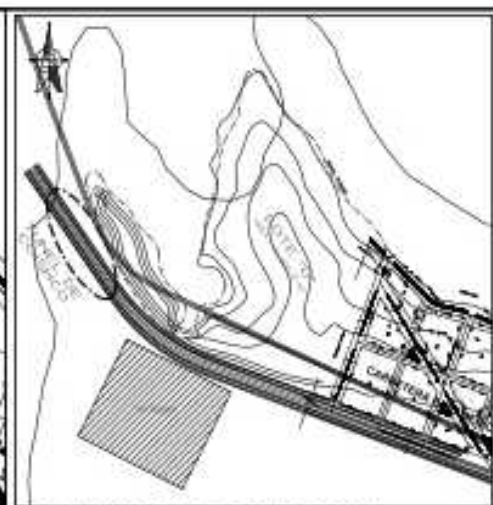
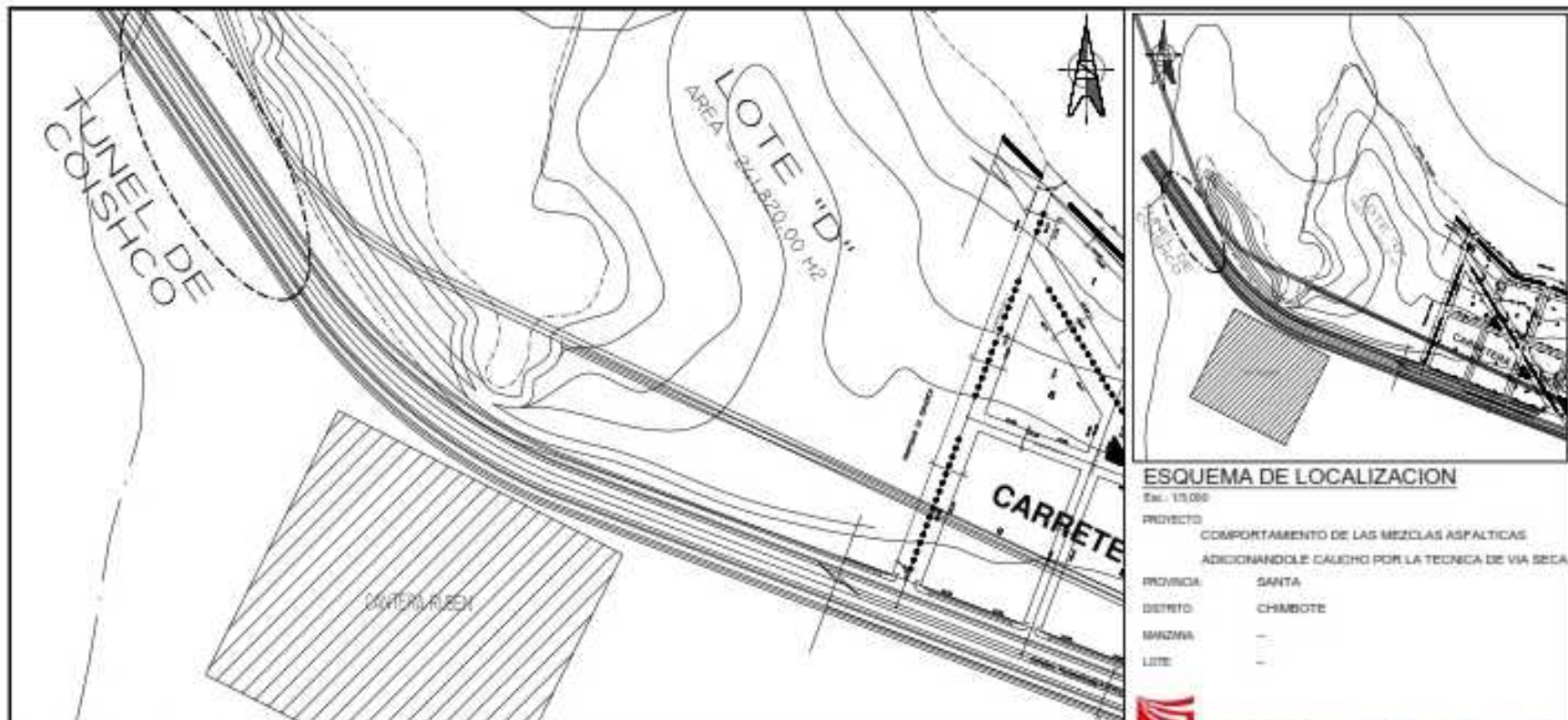
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Porotal Retenido	(%) Acumulado		ESPECIFICACION MAC-2
			Reten.	Pasa	
3"	76.200	-	-	-	
2"	50.800	-	-	-	
1.18"	30.000	-	-	-	
1"	25.400	-	-	-	
3/4"	19.050	-	-	100.0	100.0
1/2"	12.700	7.4	7.4	92.6	90-100
3/8"	9.525	10.5	17.9	82.1	70-88
2/4"	4.760	21.3	39.2	60.8	51-68
Nº10	2.000	20.0	59.2	40.8	38-52
Nº40	0.425	20.8	80.0	20.0	17-26
Nº60	0.250	8.7	91.7	11.3	6-17
Nº200	0.075	6.5	93.5	6.5	4-8
Nº200		4.8	100.0		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Montano Reyes

ANEXO 04
PLANO DE UBICACIÓN DE
CANTERA



ESQUEMA DE LOCALIZACION
 Esc. 1:10,000
 PROYECTO: COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASPALTICAS ADICIONANDOLE CALCHO POR LA TECNICA DE VIA SECA
 PROVINCIA: SANTA
 DISTRITO: CHIMBOTE
 MANZANA: -
 LOTE: -



PLANO DE UBICACION

Esc. 1:500

CUADRO NORMATIVO			CUADRO DE AREAS (M ²)			
PARAMETRO	VALOR	PROYECTO	AREA	PERCEN	TOTAL	
AREA						
PERCENTAJE						
COEFICIENTE DE OBREROS						
AREA DE OBRAS						
ACTIVACIONES						
RECONSTRUCCIONES						
ESTRUCTURAS						

PROFESOR: VILMA GARCIA DE LA CRUZ
 TITULO: SALAZAR SALDAÑA GIANCARLO KEINTH
 PROYECTO: DESARROLLO DE TESIS
 TEMA: LOCALIZACION Y UBICACION CANTERA
 SEMESTRE: INDICADA
 FECHA: DICIEMBRE 2018

U-01

ANEXO 05
NORMA TÉCNICA



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

MTC E 204 – 2000

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM C 136 y AASHTO T 27, las mismas que se han adaptado, a nivel de implementación, a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no garantiza necesariamente su exactitud. El Usuario establece las condiciones de seguridad y calidad de los procedimientos, y debe asumir responsabilidad de su uso e interpretación.

1. OBJETO

1.1 Determinar, cuantitativamente, los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material, por medio de tamices de abertura cuadrada.

1.2 Se determina la distribución de los tamaños de las partículas de una muestra seca del agregado, por separación a través de tamices dispuestos sucesivamente de mayor a menor abertura.

1.3 La determinación exacta de materiales que pasan el tamiz de 75 μm (No. 200) no pueda lograrse mediante este ensayo. El método de ensayo que se debe emplear será: "Determinación de la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 μm (No. 200)", norma MTC E202.

2. APARATOS

2.1 Balanza, con sensibilidad de por lo menos 0.1% del peso de la muestra que va a ser ensayada.

2.2 Tamices. Tamices seleccionados de acuerdo con las especificaciones del material que va a ser ensayado.

2.3 Estufa de tamaño adecuado, capaz de mantener una temperatura uniforme de 110° \pm 5 °C (230° \pm 9 °F).

3. MUESTRA

3.1 Las muestras para el ensayo se obtendrán por medio de cuarteo, manual o mecánico. El agregado debe estar completamente mezclado y tener la suficiente humedad para evitar la segregación y la pérdida de finos. La muestra para el ensayo debe tener la masa seca aproximada y consistir en una fracción completa de la operación de cuarteo. No está permitido seleccionar la muestra a un peso exacto determinado.

3.2 Agregado fino. Las muestras de agregado fino para el análisis granulométrico, después de secadas, deberán tener mínimo 300gr.



3.3 Agregado grueso. Las muestras de agregado grueso para el análisis granulométrico, después de secadas, deberán tener aproximadamente los siguientes pesos:

Máximo tamaño nominal con aberturas cuadradas		Peso mínimo de la muestra de ensayo
mm	(Pulg)	kg
9.5	(3/8)	1
12.5	(1/2)	2
19.0	(3/4)	5
25.0	(1)	10
37.5	(1 1/2)	15
50.0	(2)	20
63.0	(2 1/2)	35
75.0	(3)	60
90.0	(3 1/2)	100
100.0	(4)	150
112.0	(4 1/2)	200
125.0	(5)	300
150.0	(6)	500

3.4 Para mezclas de agregados gruesos y finos, la muestra será separada en dos tamaños, por el tamiz de 4.75 mm (No. 4) y preparada de acuerdo con los numerales 3.2 y 3.3, respectivamente.

3.5 La cantidad de material que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200), se puede determinar por el método de ensayo MTC E202. (Determinación de la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 μ m (No. 200)).

4. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

4.1 Séquese la muestra a una temperatura de $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230^{\circ} \pm 9^{\circ}\text{F}$), hasta obtener peso constante.

Nota 1. Cuando se deseen resultados rápidos, no es necesario secar el agregado grueso para este ensayo, debido a que el resultado se afecta poco por el contenido de humedad a menos que:

- El tamaño máximo nominal sea menor de 12.5 mm (1/2")
- El agregado grueso tenga una cantidad apreciable de finos menores de 4.75 mm (No. 4).
- El agregado grueso sea altamente absorbente (por ejemplo un agregado ligero).



También las muestras pueden secarse con las más altas temperaturas asociadas con el uso de planchas de calentamiento, sin que se afecten los resultados, pues se permiten escapes de vapores que no generan presiones suficientes para fracturar las partículas, ni temperaturas tan altas que causen rompimiento químico de los agregados.

5. PROCEDIMIENTO

5.1 Selecciónese un grupo de tamices de tamaños adecuados para cumplir con las especificaciones del material que se va a ensayar. Colóquense los tamices en orden decreciente, por tamaño de abertura. Efectúese la operación de tamizado a mano o por medio de un tamizador mecánico, durante un periodo adecuado.

5.2 Límitese la cantidad de material en un tamiz dado, de tal forma que todas las partículas tengan la oportunidad de alcanzar las aberturas del tamiz varias veces durante la operación del tamizado.

El peso retenido en tamices menores al de 4.75 mm (No. 4) cuando se complete la operación de tamizado, no debe ser mayor de 7 kg/m^2 de superficie tamizada.

Para tamices de 4.75 mm (No. 4) y mayores, el peso en kg/m^2 por superficie de tamizado no excederá el producto de $2.5 \times$ abertura del tamiz (mm).

En ningún caso, el peso debe ser tan grande que cause deformación permanente en la malla del tamiz.

Nota N° 2 La cantidad de 7 kg/m^2 equivale a 200 g para el diámetro usual de 203 mm (8") de los marcos de los tamices. La cantidad de material en un tamiz puede regularse por:

- a) La introducción de un tamiz con abertura más grande antes éste.
- b) Probando la muestra en un número de incrementos.

5.3 Continúese el tamizado por un periodo suficiente, de tal forma que después de terminado, no pase más del 1% de la cantidad en peso retenida en cada tamiz, durante un (1) minuto de tamizado continuo a mano, realizado de la siguiente manera: tómese individualmente cada tamiz, con su tapa y un fondo que ajuste sin holgura, con la mano en una posición ligeramente inclinada. Se golpea secamente el lado del tamiz, con un movimiento hacia arriba contra la palma de la otra mano, a razón de 150 veces por minuto, girando el tamiz aproximadamente $1/6$ de vuelta en cada intervalo de 25 golpes. Se considerará satisfactorio el tamizado para tamaños mayores al tamiz de 4.75 mm (No. 4), cuando el total de las partículas del material sobre la malla forme una sola capa. Si el tamaño de los tamices hace impracticable el movimiento de tamizado recomendado, utilícense tamices de 203 mm (8") de diámetro para comprobar la eficiencia del tamizado.



5.4 En el caso de mezclas de agregados gruesos y finos, la porción de muestra más fina que el tamiz de 4.75 mm (No. 4) pueda distribuirse entre dos o más grupos de tamices para prevenir sobrecarga de los tamices individuales.

5.5 Para partículas mayores de 75 mm (3"), el tamizado debe realizarse a mano, determinando la abertura del tamiz más pequeño por el que pasa la partícula.

Comiencese el ensayo con el tamiz más pequeño que va a ser usado. Rótense las partículas si es necesario, con el fin de determinar si ellas pasarán a través de dicho tamiz; sin embargo, no deberán forzarse las partículas para que pasen a través de éste. Cuando sea necesario determinar la cantidad de material que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200), se ensayará primero la muestra de acuerdo con la norma citada. Se añade el porcentaje de material más fino que el tamiz de 75 mm (No. 200) determinado por el mencionado método, al porcentaje tamizado sobre este mismo tamiz, determinado en el resto de la muestra, cuando se ensaye en seco mediante el presente método.

5.6 Determinese el peso de la muestra retenido en cada tamiz, con una balanza que cumpla lo exigido en el numeral 2.1.

El peso total del material después del tamizado, debe ser comparado con el peso original de la muestra que se ensayó. Si la cantidad difiere en más del 0.3%, basado en el peso de la muestra original seca, el resultado no debe ser aceptado.

6. CÁLCULOS

6.1 Calcúlese el porcentaje que pasa, el porcentaje total retenido, o el porcentaje de las fracciones de varios tamaños, con una aproximación de 0.1%, con base en el peso total de la muestra inicial seca.

6.2 Si la muestra fue primero ensayada por el método MTC E202, inclúyase el peso del material más fino que el tamiz de 75 mm (No. 200) por lavado en los cálculos de tamizado, y úsese el total del peso de la muestra seca previamente lavada en el método mencionado, como base para calcular todos los porcentajes.

6.3 Cuando sea requerido, calcular el módulo de finura como la suma de los porcentajes retenidos, acumulados para cada una de las siguientes mallas, dividiendo la suma por 100: 150 µm (Nº 100), 300 µm (Nº 50), 600 µm (Nº 30), 1.18 mm (Nº 16), 2.36 mm (Nº 8), 4.75 mm (Nº 4), 9.5 mm (3/8"), 19.0 mm (3/4"), 37.5 mm (1 1/2"), y mayores, incrementando en la relación de 2 a 1.

7. INFORME



7.1 Dependiendo de las especificaciones para uso del material que está siendo ensayado, el Informe deberá incluir:

- Porcentaje total de material que pasa cada tamiz, o
- Porcentaje total de material retenido en cada tamiz, o
- Porcentaje de material retenido entre dos tamices consecutivos.

7.2 El resultado de los porcentajes se expresa redondeando al entero más próximo, con excepción del porcentaje que pasa tamiz de 75 mm (No. 200), cuyo resultado será expresado con una aproximación de 0.1%.

7.3 Cuando es requerido, reportar el módulo de finura con aproximación al centésimo (0,01)

B. REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM	C 136
AASHTO	T.27



GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS

MTC E 205 – 2000

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM C 128 y AASHTO T 84, las mismas que se han adoptado, a nivel de implementación, a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no garantiza los requisitos concernientes a seguridad de representatividad del Laboratorio estableciendo las situaciones de seguridad y salubridad correspondientes, y de ninguna manera se obliga a su estricta interpretación.

1. OBJETO

1.1 Describe el procedimiento que debe seguirse para la determinación del peso específico aparente y real a 23/23 °C (73.4/73.4 °F) así como la absorción después de 24 horas de sumergidos en agua, de los agregados con tamaño inferior a 4.75 mm (tamiz No. 4).

2. DEFINICIONES

2.1 Volúmenes aparentes y nominales. En un sólido permeable, si se incluye en su volumen la parte de vacíos accesibles al agua en las condiciones que se establezcan, se define el volumen denominado "aparente"; si se excluye este volumen de vacíos, al volumen resultante se denomina "nominal".

2.2 Peso específico aparente y nominal. En estos materiales, se define el peso específico aparente como la relación entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volumen aparente y peso específico nominal a la relación entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volumen nominal.

3. APARATOS

3.1 Balanza, con capacidad mínima de 1000 g y sensibilidad de 0.1 g.

3.2 Matraz aforado o pluviómetro, en el que se puede introducir la totalidad de la muestra y capaz de apresar volúmenes con una exactitud de $\pm 0.1 \text{ cm}^3$. Su capacidad hasta el enrase será, como mínimo, un 50 por ciento mayor que el volumen ocupado por la muestra.

Para los tamaños de agregados más finos puede emplearse un matraz aforado de 500 cm^3 de capacidad, o un frasco de La Chatelier.

3.3 Molde cónico. Un tronco de cono recto, construido con una chapa metálica de 0.8 mm de espesor como mínimo, y de $40 \pm 3 \text{ mm}$ del diámetro interior en su base menor, $90 \pm 3 \text{ mm}$ de diámetro interior en una base mayor y $75 \pm 3 \text{ mm}$ de altura.



3.4 Varilla para apisonado, metálica, recta, con un peso de 340 ± 15 g y terminada por uno de sus extremos en una superficie circular plana para el apisonado, de 25 ± 3 mm de diámetro.

3.5 Bandejas de zinc, de tamaño apropiado.

3.6 Un dispositivo que proporcione una corriente de aire caliente de velocidad moderada.

4. PROCEDIMIENTO

4.1 Después de homogeneizar completamente la muestra y eliminar el material de tamaño superior a 4.75 mm (tamiz No. 4), se selecciona, por cuarteo, una cantidad aproximada de 1 Kg., que se seca en el horno a $100 - 110$ °C, se enfría luego al aire a la temperatura ambiente durante 1 a 3 horas. Una vez fría se pesa, repitiendo el secado hasta lograr peso constante. A continuación se cubre la muestra completamente con agua y se la deja así sumergida durante 24 ± 4 horas.

Cuando los pesos específicos y la absorción vayan a utilizarse en el proyecto de mezclas de concretos hidráulicos, en las que los agregados son utilizados normalmente en estado húmedo, puede prescindirse del secado previo hasta peso constante. Además, si los agregados se han mantenido previamente con su superficie continuamente mojada, se puede igualmente omitir el periodo de 24 h de inmersión. Los valores que se obtienen para la absorción y el peso específico aparente saturado con superficie seca, pueden ser significativamente más altos si se omite el secado previo antes del periodo de inmersión, por lo cual deberá consignarse siempre en los resultados cualquier alteración introducida en el proceso general.

4.2 Después del periodo de inmersión, se decanta cuidadosamente el agua para evitar la pérdida de finos y se extiende la muestra sobre una bandeja, comenzando la operación de desecar la superficie de las partículas, dirigiendo sobre ella una corriente moderada de aire caliente, mientras se agita continuamente para que la desecación sea uniforme, y continuando el secado hasta que las partículas puedan fluir libremente.

4.3 Para fijar este punto, cuando se emplee a observar visualmente que se está aproximando el agregado a esta condición, se sujeta firmemente el molde cónico con su diámetro mayor apoyado sobre una superficie plana no absorbente, echando en su interior a través de un embudo y sin apelmazar, una cantidad de muestra suficiente, que se apisona ligeramente con 25 golpes de la varilla, levantando a continuación, con cuidado, verticalmente el molde. Si la superficie de las partículas conserva aún exceso de humedad, el cono de agregado mantendrá su forma original, por lo que se continuará agitando y secando la muestra, realizando frecuentemente la prueba del cono hasta que se produzca un primer desmoronamiento superficial, indicativo de que finalmente ha alcanzado el agregado la condición de superficie seca. El procedimiento descrito anteriormente solamente es válido cuando el desmoronamiento superficial no se produce en la primera prueba, por



la falta de seguridad en el estado de humedad superficial que ello comportaría. En este caso, deberán añadirse al agregado algunos centímetros cúbicos de agua, mezclar completamente toda la muestra y dejarla tapada para evitar la evaporación durante una media hora. A continuación se repiten de nuevo los procesos de secado y pruebas del cono, explicados en los numerales 4.2. y 4.3., hasta determinar el estado correcto de saturado con superficie seca.

4.4 Inmediatamente, se introducen en el picnómetro previamente tarado, 500.0 g del agregado fino, preparado como se ha descrito anteriormente, y se le añade agua hasta aproximadamente un 90 por ciento de su capacidad; para eliminar el aire atrapado se rueda el picnómetro sobre una superficie plana, e incluso agitando o invirtiéndolo si es preciso, introduciéndolo seguidamente en un baño de agua a una temperatura entre 21° y 25°C durante 1 hora, transcurrida la cual se enrasa con agua a igual temperatura, se saca del baño, se seca rápidamente su superficie y se determina su peso total (picnómetro, muestra y agua), con una aproximación de 0.1 g.

Pueden emplearse cantidades de muestra inferiores a los 500 g especificados en el procedimiento general (aunque nunca menos de 50 g). En los casos en que se utilice una cantidad inferior a 500 g, los límites de exactitud para las pesadas y medidas deberán reducirse en las proporciones correspondientes.

Si se desea, el peso de agua necesaria para el enrase final del picnómetro aforado puede determinarse volumétricamente con una bureta que aproxime 0.1 cm³. En estos casos, el peso total del picnómetro enrasado será:

$$C = 0.9975.V_a + S + M$$

en la cual:

C = Peso total del picnómetro con muestra y agua hasta el enrase, en gramos.

S = Peso de la muestra saturada, con superficie seca, en gramos.

V_a = Volumen de agua añadida, en cm³.

M = Peso del picnómetro vacío, en gramos.

Tomándose el valor 0.9975 como promedio del peso específico del agua en el intervalo de temperaturas utilizado.

4.5 Se saca el agregado fino del matraz y se deseca en el horno a 100 - 110 °C, hasta peso constante; se enfría al aire a temperatura ambiente durante 1 a 1-½ horas y se determina finalmente su peso seco.



4.6 Si no se conoce, se determinará el peso del picnómetro aforado lleno de agua hasta el enrase, sumergiéndolo en un baño de agua a la temperatura de ensayo y siguiendo en su determinación un procedimiento paralelo, respecto a tiempos de Inmersión y pesadas, al descrito en el numeral 4.4.

5. RESULTADOS

5.1 Llamando:

A = Peso al aire de la muestra desecada, en gramos.

B = Peso del picnómetro aforado lleno de agua, en gramos.

C = Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua, en gramos.

S = Peso de la muestra saturada, con superficie seca en g.

Se calculan los pesos específicos aparente a 23/23 °C (73.4/73.4 °F), saturado superficie seca así como la absorción, por las siguientes expresiones (se expresarán siempre las temperaturas a las cuales se hayan realizado las medidas):

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{B + S - C}$$

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

$$\text{Peso específico nominal} = \frac{A}{B + A - C}$$

$$\text{Absorción} = \frac{S - A}{A} \times 100$$

Nota S.S.S. = Saturado con Superficie Seca.

5.2 Cuando se usa el frasco de Le Chatelier:

Llamando:

R1 = Lectura inicial del nivel del agua en el frasco.

R2 = Lectura final del nivel del agua en el frasco.

S1 = Peso de la muestra saturada con superficie seca empleando el frasco de Le Chatelier (g)



Se tiene:

$$\text{Peso específico aparente a } 23/23\text{ }^{\circ}\text{C} = \frac{S_1 \left(1 - \left[\frac{S - A}{A} \right] \right)}{0.9975 (R_2 - R_1)}$$

$$\text{Peso específico aparente (S.S.S.) a } 23/23\text{ }^{\circ}\text{C} = \frac{S_1}{0.9975 (R_2 - R_1)}$$

6. PRECISIÓN

6.1 Se puede aplicar el siguiente criterio para juzgar la aceptabilidad de los resultados con un 95 por ciento de probabilidad.

Los ensayos por duplicado, realizados en un mismo laboratorio sobre una misma muestra, se considerarán satisfactorios si no difieren en más de las siguientes cantidades:

para los pesos específicos	:	0.03
para la absorción (un solo operador)	:	0.45

Los ensayos realizados en un mismo laboratorio sobre una misma muestra, se considerarán satisfactorios si no difieren de su valor medio en más de las siguientes cantidades:

para los pesos específicos	:	± 0.02
para la absorción (un solo operador)	:	± 0.31

Para muestras diferentes, aún con idéntico origen, los límites de precisión pueden ser superiores.

7. REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM	C 128
AASHTO	T 84

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS****MTC E 206 – 2000****NTP 400.021**

Este Modo Operativo está basado en las normas ASTM C127 y AASHTO T 90, su intención que se han adaptado, a nivel de implementación, a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo es propuesto en igualdad de condiciones y seguridad. No es responsabilidad del Usuario establecer los niveles de seguridad y estabilidad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e implementación.

1. OBJETIVO

Describe el procedimiento que debe seguirse para la determinación de los pesos específicos aparente y nominal, así como la absorción, después de 24 horas de sumergidos en agua, de los agregados con tamaño igual o mayor a 4.75 mm (tamiz No. 4).

2. DEFINICIONES

2.1 Volúmenes aparentes y nominales. En un sólido permeable, si se incluye en su volumen la parte de vacíos accesibles al agua en las condiciones que se establezcan, se define el volumen denominado "aparente"; si se excluye este volumen de vacíos al volumen resultante, se le denomina "nominal".

2.2 Peso específico aparente y nominal. En estos materiales, se define el peso específico aparente como la relación entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volumen aparente, y peso específico nominal a la relación entre el peso al aire del sólido y el peso de agua correspondiente a su volumen nominal.

3. APARATOS

3.1 Balanzas, con capacidad igual o superior a 5000 g, según el tamaño máximo de la muestra para ensayo (véase Tabla 1), con sensibilidad de 0.5 g para pesos hasta de 5000 g, o 0.0001 veces el peso de la muestra, para pesos superiores.

3.2 Canastillas metálicas, como recipientes para las muestras en las pesadas sumergidas. Se dispondrá de dos tipos de canastillas metálicas, de aproximadamente igual base y altura, fabricadas con armazón de suficiente rigidez y paredes de tela metálica con malla de 3 mm. Para agregados con tamaño máximo inferior a 38 mm (1 1/2") se utilizarán canastillas con capacidades de 4 a 7 dm³ y para tamaños superiores canastillas con capacidades de 8 a 16 dm³ (litros).



3.3 Dispositivo de suspensión. Se utilizará cualquier dispositivo que permita suspender las canastillas de la balanza, una vez sumergida.

4. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

4.1 Se comienza por mezclar completamente los agregados, cuarteándolos a continuación, hasta obtener aproximadamente la cantidad mínima necesaria para el ensayo, después de eliminar el material inferior a 4.75 mm. Las cantidades mínimas para ensayo se indican en la Tabla 1, en función del tamaño máximo nominal del agregado.

Tabla 1

Tamaño máximo nominal		Cantidad mínima de muestra
mm	(pulg)	Kg
Hasta 12,5	½	2
19,0	¾	3
25,0	1	4
37,5	1 ½	5
50,0	2	8
63,0	2 ½	12
75,0	3	16
90,0	3 ½	25

4.2 Si se desea, puede fraccionarse la muestra y ensayar separadamente cada una de las fracciones; cuando la muestra contenga más de un 15 por ciento retenido en el tamiz de 38.10 mm (1 ½"), se separará entonces siempre por este tamiz al menos en dos fracciones.

Quando se fracciona la muestra, las cantidades mínimas para ensayo de cada fracción se ajustarán, según su tamaño máximo particular, a lo indicado en la Tabla 1.

5. PROCEDIMIENTO

5.1 La muestra se lava inicialmente con agua hasta eliminar completamente el polvo u otras sustancias extrañas adheridas a la superficie de las partículas; se seca a continuación en una estufa a 100° - 110 °C y se enfría al aire a la temperatura ambiente durante 1 a 3 horas. Una vez fría se pesa, repletando el secado hasta lograr peso constante, y se sumerge en agua, también a temperatura ambiente, durante 24 ± 4 horas.

Quando se vayan a utilizar los valores de la absorción y pesos específicos en concretos hidráulicos con agregados normalmente empleados en estado húmedo, se puede prescindir del secado hasta



peso constante. Además, si los agregados se han mantenido con su superficie continuamente mojada hasta el ensayo, pueden también suprimirse las 24 horas de inmersión en agua. Los valores obtenidos para la absorción y el peso específico aparente con agregados en el estado de saturados con superficie seca, pueden ser significativamente más altos si antes de mojarlos se ha omitido el secado previo indicado en el numeral 5.1, por lo cual deberá consignarse en los resultados cualquier alteración que se introduzca en el procedimiento general.

5.2 Después del periodo de inmersión, se saca la muestra del agua y se secan las partículas rodándolas sobre un pelfo absorbente de gran tamaño, hasta que se elimine el agua superficial visible, secando individualmente los fragmentos mayores. Se tomarán las precauciones necesarias para evitar cualquier evaporación de la superficie de los agregados. A continuación, se determina el peso de la muestra en el estado de saturada con superficie seca (S.S.S.). Estas y todas las pesadas subsiguientes se realizarán con una aproximación de 0.5 g para pesos hasta 5000 g y de 0.0001 veces el peso de la muestra para pesos superiores.

5.3 A continuación, se coloca la muestra en el interior de la canastilla metálica y se determina su peso sumergida en el agua, a la temperatura entre 21° y 25 °C y un peso unitario de $0.997 \pm 0.002 \text{ g/cm}^3$. Se tomarán las precauciones necesarias para evitar la inclusión de aire en la muestra sumergida, agitando convenientemente. La canastilla y la muestra deberán quedar completamente sumergidas durante la pesada y el hilo de suspensión será lo más delgado posible para que su inmersión no afecte a las pesadas.

5.4 Se seca entonces la muestra en horno a 100° - 110 °C, se enfría al aire a la temperatura ambiente durante 1 a 3 horas y se determina su peso seco hasta peso constante.

6. RESULTADOS

6.1 Llamando:

A = Peso en el aire de la muestra seca en gramos

B = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.

C = Peso sumergido en agua de la muestra saturada, en gramos.

Se calculan los pesos específicos aparente, saturado con superficie seca y nominal así como la absorción, por medio de las siguientes expresiones:

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



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

$$\text{Peso específico nominal} = \frac{A}{A - C}$$

$$\text{Absorción} = \frac{B - A}{A} \times 100$$

Nota S.S.S. = Saturado con Superficie Seca.

Se expresarán siempre las temperaturas a las que se hayan determinado los pesos.

6.2 Cuando se divide la muestra total para ensayo en fracciones más pequeñas como se indica en el numeral 4.2, se ensayarán por separado cada una de las fracciones, calculándose sus respectivos pesos específicos y absorción a partir de las expresiones del numeral 6.1.

Para obtener el verdadero valor, tanto del peso específico como de la absorción, correspondientes a la mezcla total (n fracciones), se aplican las expresiones:

$$G_p = \frac{1}{\frac{P_1}{100G_1} + \frac{P_2}{100G_2} + \frac{P_n}{100G_n}}$$

$$A = \frac{P_1A_1}{100} + \frac{P_2A_2}{100} + \frac{P_nA_n}{100}$$

Donde:

- P₁, P₂, ... P_n - Porcentajes respectivos del peso de cada fracción con respecto al peso total de la muestra.
- G₁, G₂, ... G_n - Pesos específicos (aparente, saturado con superficie seca o real, el que se esté calculando) de cada fracción de la muestra total.
- A₁, A₂, ... A_n - Porcentajes de absorción de cada fracción de la muestra total.
- G_p - Verdadero valor del peso específico correspondiente (aparente, saturado superficie seca o real) a la muestra total.
- A - Valor del porcentaje de absorción de la muestra total.



7. PRECISIÓN

7.1 Puede seguirse el siguiente criterio para juzgar la aceptabilidad de los resultados con un 95 % de probabilidad.

Los ensayos por duplicado realizados en un mismo laboratorio sobre una misma muestra, se considerarán satisfactorios si no difieren en más de las siguientes cantidades:

para los Pesos Específicos	0.01
para la Absorción	0.13

Los ensayos realizados en un mismo laboratorio sobre una misma muestra, se considerarán satisfactorios si no difieren de su valor medio en más de las siguientes cantidades:

para los Pesos Específicos	± 0.01
para la Absorción	± 0.09

Para muestras diferentes, aún con idéntico origen, los límites de precisión deberán ser superiores.

8. REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM	C 127
AASHTO	T 65



ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS ÁRIDOS FINOS (PROCEDIMIENTO RIEDEL-WEBER)

MTC E 220 – 2000

Este Modo Operativo está basado en la Norma N° 7 (2007), el manual que se ha adaptado, a nivel de implementación, a las condiciones propias de nuestra realidad. Cada entidad que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no propone las exigencias concernientes a seguridad, la responsabilidad del Usuario establece los cálculos de seguridad y estabilidad correspondientes, y determina además las obligaciones de su uso e interpretación.

1. OBJETIVO

1.1 Este modo operativo describe el procedimiento que debe seguirse para determinar la adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos finos, arenas naturales o de machaqueo, de empleo en construcción de carreteras.

1.2 Este método puede aplicarse a todo tipo de ligante bituminoso, como betunes de penetración modificados o sin modificar, fluidificados, fluxados, emulsiones bituminosas y alquitranes.

1.3 El ensayo consiste en someter diferentes porciones de la muestra del árido envuelto con el ligante a la acción de soluciones de carbonato sódico de concentración molar creciente.

2. APARATOS Y MATERIAL

2.1 Tamices. Dos tamices, malla de tela metálica, luz de 630 μm y 200 μm , que corresponden a las mallas N° 30 y N° 70 respectivamente.

2.2 Balanza. Suficiente para determinar masas de 200 g, con precisión de 0,01 g.

2.3 Estufa. Adecuada para alcanzar y mantener la temperatura de $145 \pm 5^\circ\text{C}$. La estufa dispondrá de sistemas de ventilación forzada de aire y de regulación termostática.

2.4 Tubo de ensayo. Doce (12) tubos de ensayo de unos 200 mm de altura y 20 mm de diámetro interior.

2.5 Material auxiliar y general de laboratorio. Cuarizador de árido fino, cazos de porcelana, gradilla para los tubos de ensayo, vasos de cristal de unos 50 cm^3 de capacidad, pinza madera, varillas cristal, etc.

2.6 Disoluciones de carbonato sódico, de concentraciones molares crecientes, M/256 a M/1, preparadas como se refiere en el apartado 3, siguiente.



3. PREPARACION DE LAS DISOLUCIONES DE CARBONATO SODICO

3.1 Las disoluciones de carbonato sodico se preparan a partir de carbonato sódico, Na_2CO_3 puro, anhidro y agua, H_2O , destilada.

3.2 La disolución de concentración molar, M/1, se obtiene disolviendo 106 g (masa molecular) de carbonato sódico anhidro en agua destilada hasta totalizar un litro de disolución (carbonato más agua).

3.3 Las disoluciones de concentración molar M/2, M/4, M/8... M/256 se elaboran diluyendo, sucesivamente, la disolución molar M/1, preparada según 3.2, o disolviendo las cantidades adecuadas de carbonato sódico anhidro en agua destilada hasta completar un litro de disolución. Las cantidades de carbonato sódico precisas se muestran en la siguiente tabla 1.

Molaridad	G de Na_2CO_3 /l disolución
M/256	0,414
M/128	0,828
M/64	1,656
M/32	3,312
M/16	6,625
M/8	13,25
M/4	26,5
M/2	53,0
M/1	106,0

Tabla 1. Soluciones de Ensayo.

Nota 1. Preferentemente las disoluciones se prepararan de nuevo para cada ensayo o tandas de ensayo a realizar, y no se utilizaran aquellas que lleven elaboradas más de 4 días.

4. PROCEDIMIENTO

4.1 Preparación del árido.

4.1.1 Si la muestra de árido recibido en el laboratorio procede de piedra de cantera o de "todo-uno" de gravera, se efectúa el cuarteo y posterior machaqueo hasta obtener una arena de tal material.

4.1.2 Si la muestra de árido recibida es una arena natural o de machaqueo se separa por sucesivos cuarteos la cantidad necesaria del material para ensayo.



4.1.3. La cantidad de material, árido fino, necesaria, previa al ensayo, independientemente de su naturaleza, origen y distribución granulométrica del mismo (ver 4.1.1 y 4.1.2), es de unos 200 g.

4.1.4. Se tamizan los 200 g del árido fino, obtenidos anteriormente mediante cuarteo, por los tamices N° 30 y N° 70, desechando el material inferior a 0.2 mm y el superior a 630 μ m. El material retenido entre estos dos tamices constituye la muestra para ensayo.

4.1.5. La fracción de material así obtenido se lava sobre el tamiz N° 70 (aproximado) de 200 mm, con agua para eliminar totalmente el polvo que pueda estar adherido a las partículas del árido. Una vez lavada la muestra para ensayo, se seca ésta en la estufa a temperaturas de $145 \pm 5^\circ$ C durante 1 hora, aproximadamente, o hasta masa constante.

4.2 Preparación de la mezcla árido - ligante.

4.2.1. Si el ligante bituminoso a emplear en el ensayo es un betún asfáltico de penetración, fluidificado o fluxado, o un alquitrán, la mezcla árido - ligante se realiza mezclando 71 volúmenes del árido seco con 29 volúmenes de ligante (la relación correspondiente de masas se calcula a partir de las densidades respectivas). Alternativamente puede emplearse la proporción en peso de 71 y 29 de árido y ligante respectivamente.

4.2.2. Si el ligante bituminoso para emplear en el ensayo es una emulsión bituminosa, la mezcla árido - ligante se efectúa mezclando 71 volúmenes del árido seco con 95 volúmenes de emulsión al 50%.

4.2.3. Las temperaturas de mezcla son las siguientes (orientativo):

Mezcla con	Temp. °C
betún	140 - 175
Betún fluidificado	25 - 110
Betún fluxado	50 - 110
Alquitran	70 - 110
Emulsión bituminosa	Ambiente



Nota 2. Esta viscosidad del ligante la que en última instancia determina la temperatura más adecuada para lograr una envuelta completa y uniforme del árido por el ligante.

4.2.4. Se mezclan el árido y el ligante, en las cantidades prescritas, a la temperatura requerida, en un cazo de porcelana, previamente calentado a una temperatura análoga a la de la mezcla. Se agitan los materiales con una varilla de vidrio hasta conseguir una masa y envuelta homogéneas. Una vez preparada la muestra se deja enfriar a temperatura ambiente, sin tapar el cazo, durante aproximadamente 1 hora. Si es el caso de una emulsión bituminosa, transcurrida esta hora, se decanta el líquido en exceso que acompaña a la mezcla y se deja en reposo durante otras 24 horas, sin tapar el cazo.

4.3 Realización del ensayo

4.3.1 De la mezcla, preparada como se indica en el apartado 4.2, se pesan en la balanza once (11) porciones de unos 0,50 g de la misma con una precisión de 0,01 g.

4.3.2 Cada una de las porciones de la mezcla se introducen en cada uno de los tubos de ensayo. Estos tubos de ensayo se enumeran del 0 al 10.

4.3.3 A continuación, en el tubo de ensayo marcado con el número 0 se vierten, sobre los 0,5 g de mezcla, 6 cm³ de agua destilada y se marca en el tubo el nivel que alcanza la superficie libre del agua en aquél. Se sujeta el tubo de ensayo con la pinza de madera y se calienta cuidadosamente, para evitar proyecciones, sobre la llama de un mechero de gas, hasta ebullición suave del agua, ebullición que se mantiene durante 1 minuto, aproximadamente.

4.3.4 Terminado el periodo de ebullición se restablece el volumen de líquido perdido por evaporación, añadiendo la cantidad de agua destilada bastante para que ésta alcance en el tubo de ensayo el nivel anterior, marcado previamente. Una vez realizado el ajuste del volumen, se agita el tubo de ensayo con su contenido, vigorosamente, durante diez (10) segundos.

4.3.5. En seguida, se procede a la observación visual del aspecto que ofrece la mezcla árido-ligante dentro del tubo de ensayo, juzgándolo con los siguientes criterios:

a) El desplazamiento entre el ligante y el árido se considera total cuando prácticamente todas las partículas del árido aparecen limpias; en esta situación las partículas están sueltas y si se hace rodar entre los dedos del tubo de ensayo, deslizan libre e individualmente por la superficie interior del mismo.



Nota 3. Se puede utilizar como prueba de referencia un tubo de ensayo con el árido sin ligante y 5 ó 6 cm³ de agua destilada y comparar el aspecto y el movimiento al rodar el tubo entre los dedos.

b) El desplazamiento entre el ligante y el árido se considera parcial cuando en las partículas del árido aparecen zonas limpias, aunque se mantiene una cierta cohesión entre ellas; en este caso las partículas del árido, todavía parcialmente envueltas por el ligante, permanecen aglomeradas en el fondo del tubo de ensayo.

c) Para la apreciación de la adhesividad de una mezcla árido-ligante, después de actuar sobre ella cada solución de ensayo, no se tendrá en cuenta el ligante que aparezca sobrenadando en la superficie del líquido durante la ebullición; solo se tendrá en cuenta el aspecto que ofrezca la masa de mezcla que queda en el fondo del tubo.

4.3.6 Si realizada la primera prueba, como se describe en los apartados 4.3.3, 4.3.4 y 4.3.5, se observa que la adhesividad de la mezcla ligante-árido es buena, es decir, que no hay desplazamiento del ligante por el agua destilada, se vuelve a repetir todo el proceso referido en los apartados anteriores, utilizando, ahora, el tubo de ensayo marcado con el número 1, añadiéndole 6 cm de la solución de carbonato sódico de concentración M/256. Se repiten las acciones especificadas en los apartados 4.3.3 y 4.3.4, y, finalmente, se comprueba si se ha producido o no desplazamiento total en la forma que se indica, en el apartado 4.3.5 a).

4.3.7 Si el desplazamiento es sólo parcial se vuelve a repetir todo el proceso, tal como se ha referido en los apartados precedentes, 4.3.3 a 4.3.5, pero utilizando ahora el tubo de ensayo marcado con el número 2. Se prosigue de esta forma, utilizando, sucesivamente, las soluciones de carbonato sódico de concentración-, crecientemente, M/128, M/64, M/32... y los tubos de ensayo marcados con los números 2, 3, 4..., que se les hace corresponder recíprocamente, hasta que consiga alcanzar el desplazamiento total de ligante.

5. RESULTADOS

5.1 Se define como índice de adhesividad Riedel-Weber, el número correspondiente a la disolución de concentración menor de las utilizadas que haya producido el desplazamiento total del ligante que recubre la superficie de las partículas del Árido muestra ensayado. La Tabla 2 relaciona las disoluciones de carbonato sódico de concentración molar crecientemente con los números asignados a cada una, y que determinaran, en cada caso, el mencionado índice de adhesividad.



Solución de Ensayo	Índice de adhesividad Riedel – Weber
Desplazamiento total con: Agua destilada	0
Carbonato sódico: M/256	1
M/128	2
M/64	3
M/32	4
M/16	5
M/8	6
M/4	7
M/2	8
M/1	9
Si no hay desplazamiento total con la solución M/1	10

5.2 Si se produjera un desplazamiento parcial (no total) del ligante con alguna de las disoluciones referidas en la Tabla 2, el índice de adhesividad Riedel Weber se podrá expresar con dos números: el correspondiente a la concentración menor con la que se produce desplazamiento parcial y el correspondiente a la que produce el desplazamiento total.

5.3 Si se produjese desplazamiento total del ligante con solamente agua destilada, se asignará de acuerdo con la Tabla, el índice 0 de adhesividad.

5.4 Si la solución molar de carbonato sódico M/1 no produce desplazamiento del ligante bituminoso, el índice de adhesividad de la mezcla en estudio es 10.

6. REFERENCIAS NORMATIVAS

NLT	355/74
-----	--------

**RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO****MARSHALL****MTC E 504**

Este Método Operativo está basado en las normas ASTM D 1559, AASHTO T 240 y R 1.T 1040, las mismas que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Método Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Método Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del Usuario establecer los requisitos de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

1. OBJETIVO

1.1 Describe el procedimiento que debe seguirse para la determinación de la resistencia a la deformación plástica de mezclas bituminosas para pavimentación. El procedimiento puede emplearse tanto para el proyecto de mezclas en el laboratorio como para el control en obra de las mismas.

2. RESUMEN DEL METODO

2.1 El procedimiento consiste en la fabricación de probetas cilíndricas de 101.6 mm (4") de diámetro y 63.5 mm (2 1/2") de altura, preparadas como se describe en esta norma, rompiéndolas posteriormente en la prensa Marshall y determinando su estabilidad y deformación. Si se desean conocer los porcentajes de vacíos de las mezclas así fabricadas, se determinarán previamente los pesos específicos de los materiales empleados y de las probetas compactadas, antes del ensayo de rotura, de acuerdo con las normas correspondientes.

2.2 El procedimiento se inicia con la preparación de probetas de ensayo, para lo cual los materiales propuestos deben cumplir con las especificaciones de granulometría y demás, fijadas para el proyecto. Además, deberá determinarse previamente el peso específico aparente de los agregados, así como el peso específico del asfalto, y el análisis de densidad-vacíos.

Para determinar el contenido óptimo de asfalto para una gradación de agregados dada o preparada, se deberá elaborar una serie de probetas con distintos porcentajes de asfalto, de tal manera que al graficar los valores obtenidos después de ser ensayadas, permitan determinar ese valor "óptimo".

2.3 Cuando se utilizan asfaltos líquidos, se preparan y compactan muestras de prueba con distintos porcentajes de asfalto líquido como en el caso del cemento asfáltico, excepto que la temperatura de compactación se toma con base en la viscosidad del asfalto después del curado o sea cuando ha liberado la cantidad especificada de solventes.

3. APARATOS Y MATERIALES NECESARIOS

a) Dispositivo para moldear probetas. Consistente en una placa de base Plana, con su molde y collar de extensión cilíndricos. El molde deberá tener un diámetro interior de 101.6 mm (4") y altura aproximada de 76.2 mm (3"); la placa de base y el collar de extensión deberán ser intercambiables, es decir, ajustables en cualquiera de los dos extremos del molde. Se recomienda disponer de tres (3) moldes. (Figura 1). Para facilidad de manejo, es conveniente que el molde este provisto de agarraderas.



b) *Extractor de probetas.* Elemento de acero en forma de disco con diámetro de 100 mm (3.95") y 13.0 mm (1/2") de espesor, utilizado para extraer la probeta compactada del molde, con la ayuda del collar de extensión. Se requiere de un elemento adecuado para transferir suavemente la probeta del molde al collar.

c) *Martillo de compactación.* Consistente en un dispositivo de acero formado por una base plana circular de 98.4 mm (3 7/8") de diámetro y un pistón de 4.53 kg (10 lb) de peso total, montado en forma que proporcione una altura de caída de 457.2 mm (18"), como se describe en la Figura 2. El martillo de compactación puede estar equipado con el protector de dedos.

d) *Pedestal de compactación.* Consistente en una pieza prismática de madera de base cuadrada de 203.2 mm de lado y 457.2 mm de altura (8" x 8" x 18") y provista en su cara superior de una platina cuadrada de acero de 304.8 mm de lado x 25.4 mm de espesor (12" x 12" x 1"), firmemente sujeta en la misma. La madera será roble u otra clase cuya densidad seca sea de 670 a 770 kg/m³ (42 a 48 lb/pie³). El conjunto se fijará firmemente a una base de concreto, debiendo quedar la platina de acero en posición horizontal.

e) *Soporte para molde.* Consistente en un dispositivo con resorte de tensión diseñado para centrar rigidamente el molde de compactación sobre el pedestal. Deberá asegurar el molde completo en su posición durante el proceso de compactación.

Nota 1. En lugar del martillo de operación manual y asociado con los equipos hasta ahora descritos, podrá usarse, un martillo mecánico, el cual haya sido calibrado para ofrecer resultados comparables con los del martillo manual.

f) *Mordaza y medidor de deformación (figuras 3 y 4).* La mordaza consistirá en dos segmentos cilíndricos, con un radio de curvatura interior de 50.8 mm (2") finamente acabado. El segmento inferior, que terminará en una base plana, irá provisto de dos varillas perpendiculares a la base y que sirven de guía al segmento superior.

El movimiento de este segmento se efectuará sin rozamiento apreciable. El medidor de deformación consistirá en un deformímetro de lectura final fija y dividido en centésimas de milímetro, firmemente sujeto al segmento superior y cuyo vástago se apoyará, cuando se realiza el ensayo, en una palanca ajustable acoplada al segmento inferior.

g) *Prensa.* Para la rotura de las probetas se empleará una prensa mecánica con una velocidad uniforme de desplazamiento de 50.8 mm por minuto. Puede tener un motor eléctrico unido al mecanismo del pistón de carga.

h) *Medidor de la estabilidad.* La resistencia de la probeta en el ensayo se medirá con un anillo dinamométrico acoplado a la prensa, de 20 kN (2039 kgf) de capacidad, con una sensibilidad de 50 N (5 kgf) hasta 5 kN (510 kgf) y 100 N (10 kgf) hasta 20 kN (2039 kgf). Las deformaciones del anillo se medirán con un deformímetro graduado en 0.001 mm.

Nota 2. En lugar de medir la estabilidad con un anillo dinamométrico, se puede emplear cualquier otro dispositivo de medida de carga que cumpla los requisitos indicados anteriormente.



I) Elementos de calefacción. Para calentar los agregados, material asfáltico, conjunto de compactación y muestra, se empleará un horno o placa de calefacción, provisto de control termostático, capaz de mantener la temperatura requerida con un error menor de 2.8 °C (5 °F).

J) Mezcladora. Es recomendable que la operación de mezclado de los materiales se realice con una mezcladora mecánica capaz de producir, en el menor tiempo posible, una mezcla homogénea a la temperatura requerida. Si la operación de mezclado se realiza a mano, para evitar el enfriamiento de los materiales, este proceso se realizará sobre una placa de calefacción o estufa, tomando las precauciones necesarias para evitar los sobrecalentamientos locales.

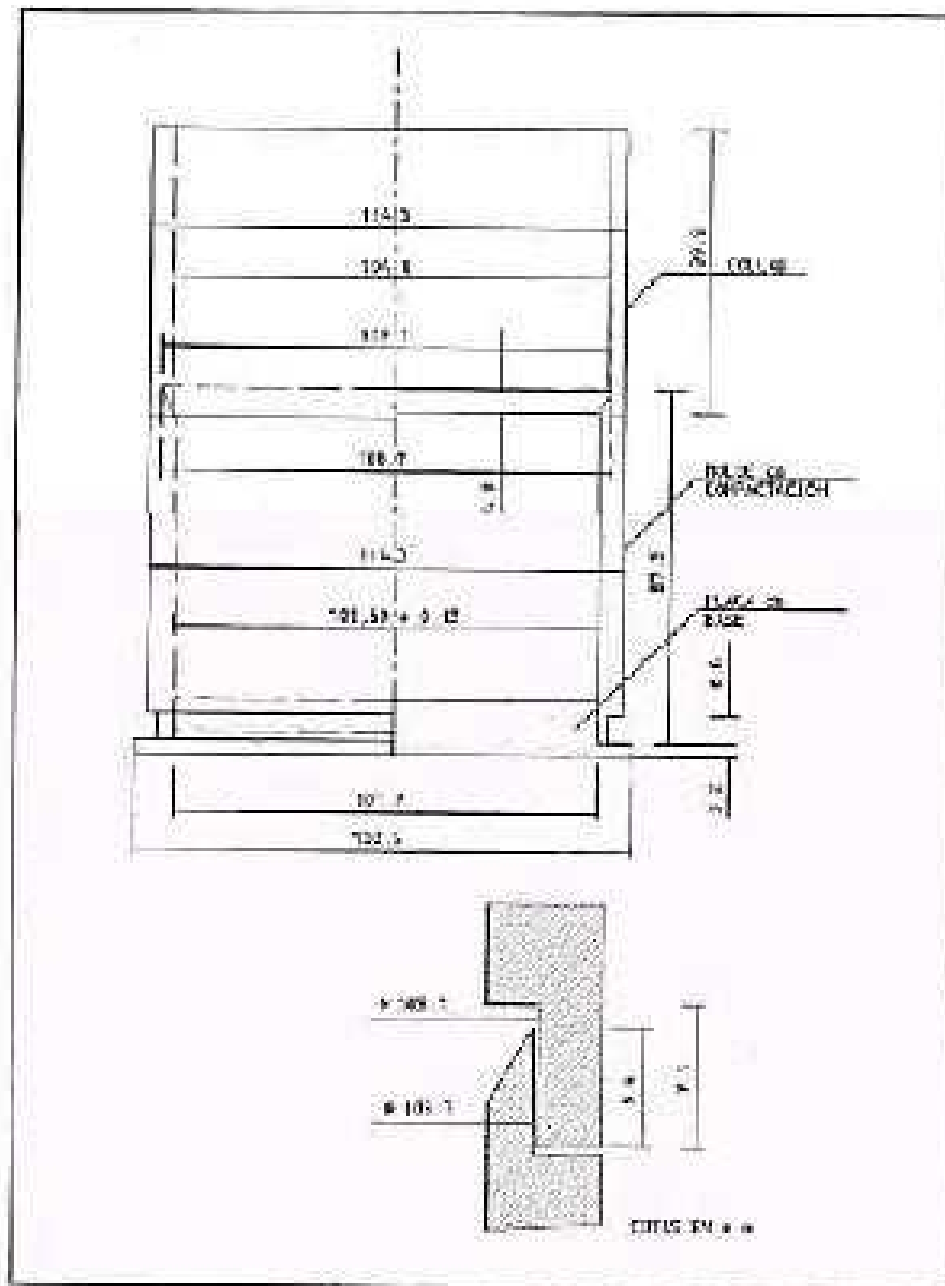


Figura 1: Dispositivo para moldeer probetas

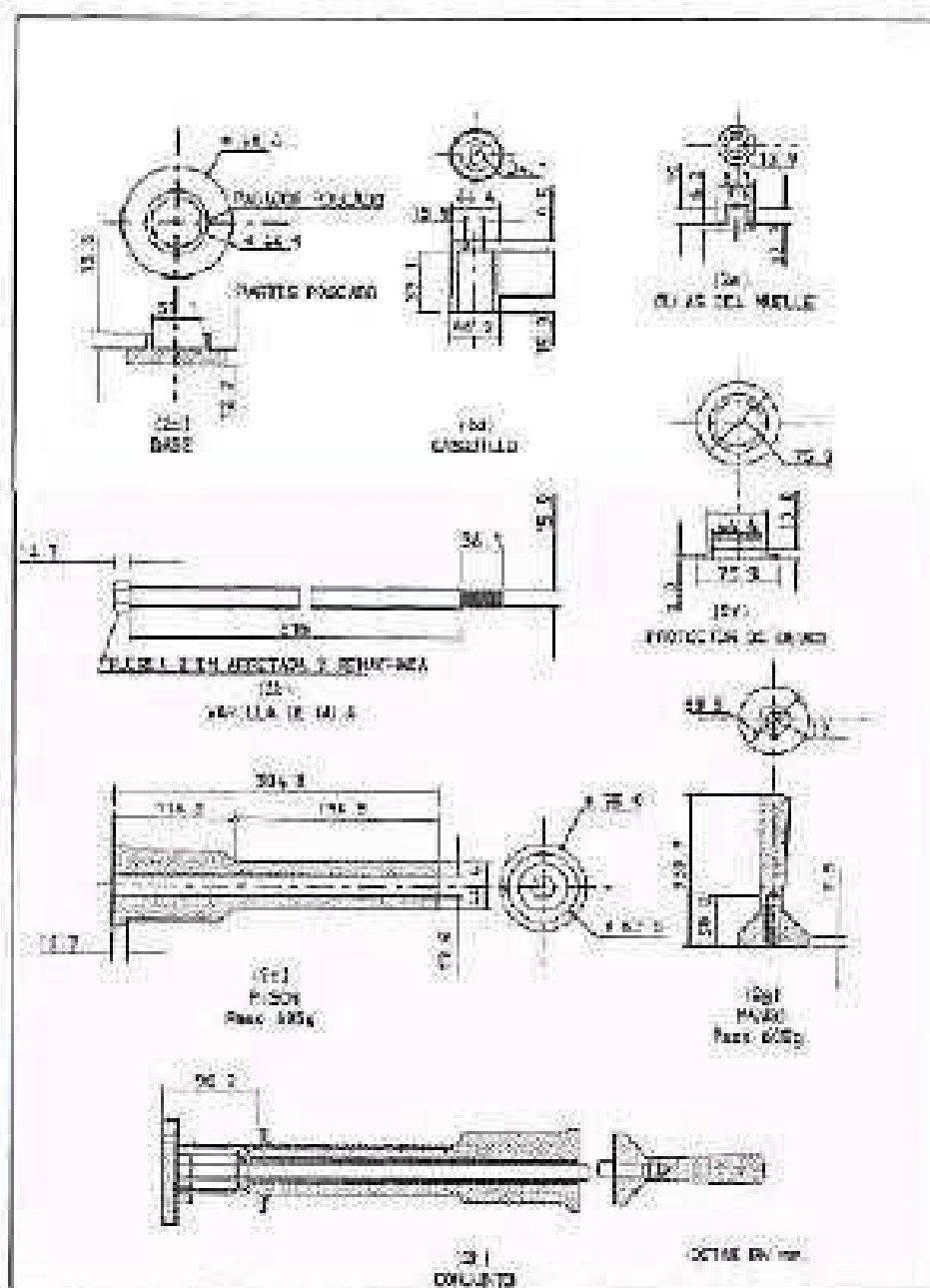


Figura 2. Martillo de compactación para el aparato Marshall.



k) Tanque para agua, de 152.4 mm (6") de profundidad mínima y controlado termostáticamente para mantener la temperatura a $60^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$ ($140 \pm 1.8^{\circ} \text{F}$) o $37.8 + 1^{\circ} \text{C}$ ($100^{\circ} \pm 1.8^{\circ} \text{F}$). El tanque deberá tener un falso fondo perforado o estar equipado con un estante para mantener las probetas por lo menos a 50.8 mm (2") sobre el fondo del tanque.

l) Tamices. Conjunto de: 50 mm (2"), 37.5 mm (1 1/2"), 25.0 mm (1"), 19.0 mm (3/4") 12.5 mm (1/2"), 9.5 mm (3/8"), 4.75 mm (No. 4), 2.36 mm (No. 8); 300 mm (No. 50), 75 mm (No. 200).

m) Cámara de aire para las mezclas con asfalto líquido, controlada termostáticamente y la cual debe mantener la temperatura del aire a $25^{\circ} + 1^{\circ} \text{C}$. ($77^{\circ} \pm 1.8^{\circ} \text{F}$).

n) Termómetros bilíngües. De 10°C a 232°C (50°F a 450°F) para determinar las temperaturas del asfalto, agregados y mezcla, con sensibilidad de 2.8°C . Para la temperatura del baño de agua se utilizará un termómetro con escala de 20°C a 70°C y (68°F a 158°F) y sensibilidad de 0.2°C (0.4°F).

o) Balanzas. Una de cinco (5) kg de capacidad, sensible a un (1) g para pesar agregados y asfalto; otra de dos (2) kg de capacidad, sensible a 0.1 g para las probetas compactadas.

p) Guantes de soldador para manejar equipo caliente; guantes de caucho para sacar las muestras del baño de agua y crayolas para identificar las probetas.

q) Bandejas metálicas, de fondo plano para calentar agregados y cubetas metálicas redondas de 4 litros (1 galón) de capacidad, para mezclar asfalto y agregados, cucharones, recipiente con vertederos, espátulas, papel de filtro, etc.

4. PREPARACION DE PROBETAS

4.1 Número de probetas. Para una gradación particular del agregado, original o mezclada, se preparará una serie de probetas con diferentes contenidos de asfalto (Con incrementos de 0.5% en peso, entre ellos), de tal manera que los resultados se puedan graficar en curvas que indiquen un valor "Óptimo" definido, con puntos de cada lado de este valor. Como mínimo se prepararan tres probetas para cada contenido y preferiblemente cinco.

4.2 Cantidad de materiales. Un diseño con seis contenidos de asfalto, necesitará entonces por lo menos dieciocho (18) probetas. Para cada probeta se necesitan aproximadamente 1.2 kg de agregados: el mínimo necesario para una serie de muestras de una gradación dada será entonces de 23 kilos (50 lb) y alrededor de 4 ft (1 galón) de cemento asfáltico, asfalto líquido o de alquitrán. Se requiere, además, una cantidad extra de material para análisis granulométricos y determinación de pesos específicos.

4.3 Preparación de los agregados. Los agregados se secarán hasta peso constante entre 105°C y 110°C (221°F y 230°F) y se separarán por tamizado en los tamaños deseados. Se recomiendan las siguientes porciones:

- 25.0 a 19.0 mm (1" a 3/4");
- 19.0 a 9.5 mm (3/4" a 3/8");



- 9.5 a 4.75 mm (3/8" a No. 4);
- 4.75 a 2.36 mm (No. 4 a No. 8);
- y pasa 2.36 mm (No. 8).

4.4 Determinación de las temperaturas de mezcla y compactación. La temperatura a la cual se calentará el cemento asfáltico para las mezclas, será la requerida para producir una viscosidad de 170 ± 20 centistokes (1 centistok = 1 mm²/S) (véase Figura 5) La temperatura a la cual deberá calentarse el cemento asfáltico para que tenga una viscosidad de 280 ± 30 centistokes, será la temperatura de compactación (véase Figura 5).

Para asfaltos líquidos, la temperatura de mezclado, que es la que se debe alcanzar para que tenga una viscosidad de 170 ± 20 centistokes, puede determinarse a partir de la curva de viscosidad - temperatura del tipo y grado del asfalto que va a ser usado en cada caso particular (véase Figura 6).

Del diagrama de composición del asfalto líquido que se va a emplear, se determinará el porcentaje de solvente que contiene en peso, a partir de su viscosidad a 60 °C (140 °F). Igualmente, se determinará la viscosidad a 60 °C (140 °F) del asfalto líquido después de que haya perdido el 50% del solvente. La temperatura de compactación será determinada en el diagrama de viscosidad, como la temperatura a la cual deberá calentarse el asfalto líquido para producir una viscosidad de 280 ± 30 centistokes, después de una pérdida del 50% del contenido original del solvente, cuando se trate de mezclas para pavimentación, para mezclas de conservación utilizando asfaltos líquidos, que se van a almacenar, se acepta hasta un 25% de pérdidas de solventes.

Las temperaturas a las cuales deberá calentarse el alquitrán para producir viscosidades específicas Engler de $25s \pm 3s$ y de $40s \pm 5s$, serán, respectivamente, las temperaturas, de mezcla y de compactación.

4.5 Preparación de las mezclas. En bandejas taradas separadas para cada muestra, se pesarán sucesivamente las cantidades de cada porción de agregados, previamente calculadas de acuerdo con la gradación necesaria para la fabricación de cada probeta, de tal forma que esta resulte con una altura de 63.5 ± 1.27 mm (véase Nota 3). Se calentarán los aireados en una plancha de calentamiento o en el horno a una temperatura de 28 °C (50 °F) por encima de la temperatura de compactación, cuando son mezclas con cemento asfáltico o alquitranes, a 14 °C (25 °F) (por encima) para mezclas con asfalto líquido. Se mezclan en seco los agregados y se forma a continuación un cráter en su centro, se añade la cantidad requerida de asfalto, debiendo estar ambos materiales en ese instante a temperaturas comprendidas dentro de los límites establecidos para el proceso de mezcla en el numeral 4.4. A continuación se mezclan los materiales preferiblemente con mezcladora mecánica, o en su defecto, a mano con espátula. De todas formas, este proceso de mezclado deberá realizarse lo más rápidamente posible hasta obtener una mezcla completa y homogénea. El asfalto no deberá permanecer a la temperatura de mezcla por más de una hora.

Nota 3. Para conseguir la altura adecuada de las probetas para el ensayo, es conveniente elaborar una probeta de prueba. Para ello, se tomará una cantidad de agregados de 1.2 kg, cumpliéndose luego para la altura debida, con la expresión:

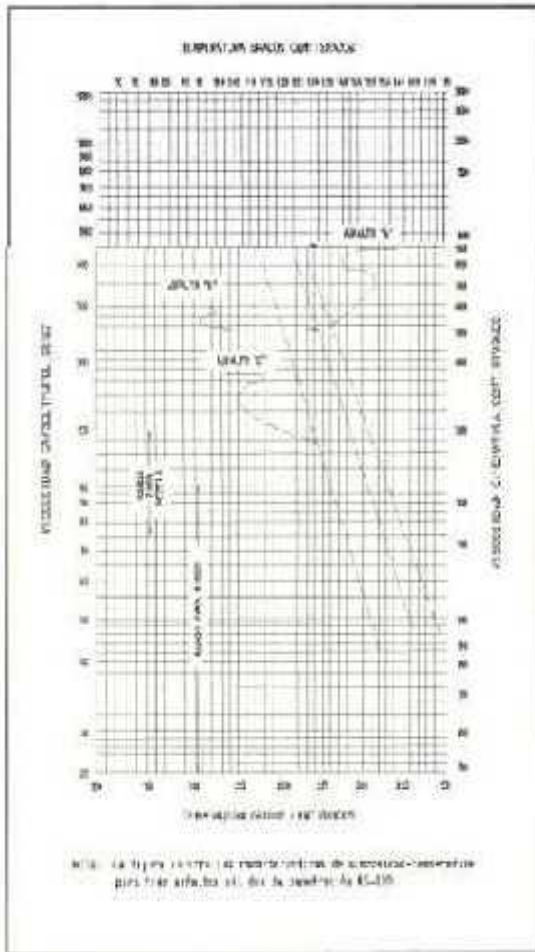


Figura 8. Medición de densidad y absorción de agua para asfalto caliente

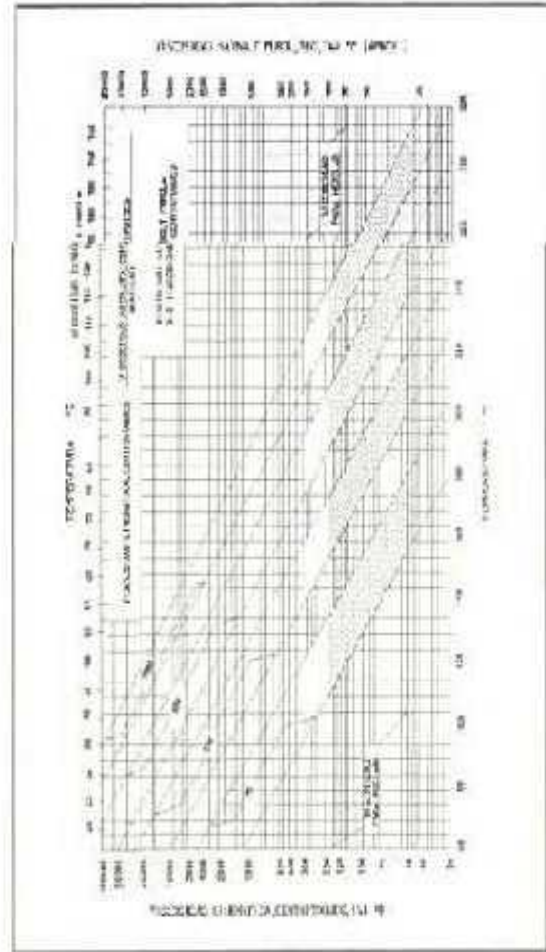


Figura 9. Viscosidad y temperatura de asfalto líquido



En el sistema Internacional SI:

Peso correcto (kg) del agregado = $\frac{63.5 \times \text{peso unitario de Agregado (kg)}}{\text{Altura obtenida de la probeta (mm)}}$

En el sistema Ingles

Peso correcto = $\frac{2. \text{Espeso Usado de Agregado}}{\text{Altura Obtenida de la probeta (")}}$

Para el caso de asfaltos líquidos, una vez que la mezcla esta homogénea, se pesa la bandeja con la mezcla y la espátula usada, con aproximación a 0.2 g y se coloca en un horno con ventilación para el curado, manteniéndola a la temperatura de compactación mas 11. °C (20. °F) para contrarrestar la pérdida de calor durante el manipuleo de la mezcla.

El curado se controla verificando el peso cada 10 o 15 minutos, haciendo comparación entre el peso de la mezcla y la pérdida de solvente. La mezcla se puede revolver con la espátula durante el curado para acelerar la pérdida de solvente. Todos los pesos deben hacerse con aproximación a ± 0.2 g.

4.6 Compactación de las probetas. Simultáneamente con la preparación de la mezcla, el conjunto de collar, placa de base y la cara del martillo de compactación, se limpian y calientan en un baño de agua o en el horno a una temperatura comprendida entre 93 °C y 149 °C (200 °F y 300 °F).

Se monta el conjunto de compactación en la base y se sujeta rigidamente mediante el soporte de fijación. Se coloca un papel de filtro en el fondo del molde antes de colocar la mezcla.

Colóquese toda la mezcla recién fabricada en el molde, golpéese vigorosamente con una espátula o palustre caliente, 15 veces alrededor del perímetro y 10 Sobre el Interior. Cúfiese el collar y alíse la superficie hasta obtener una forma ligeramente redondeada. La temperatura de la mezcla inmediatamente antes de la compactación.

deberá hallarse dentro de los límites de temperatura de compactación establecidos en el numeral 4.4.

Vuélvase a poner el collar y colóquese el conjunto en el soporte y sobre el pedestal de compactación. Aplíquense 35, 50 o 75 golpes según se especifique (si no se indica, úsense 50 golpes; para asfalto líquido aplíquense 75 golpes), de acuerdo con el transito de diseño, empleando para el martillo de compactación una calda libre de 457 mm (18"). Manténgase el eje del martillo perpendicular a la base del molde durante la compactación. Retírense la placa de base y el collar e inviértase; vuélvase a montar el molde, y aplíquese el mismo numero de golpes a la cara invertida de la muestra.

Para el caso de asfaltos líquidos, el ensayo no se debe efectuar sino pasadas 16 horas luego de la compactación. Si la muestra debe ser almacenada por mas de 24 horas antes del ensayo, se debe proteger de la exposición al aire mediante sellado en un recipiente cerrado a prueba de aire.



Nota 4. Cuando el ensayo se realice con mezclas anteriormente fabricadas y frías, se comenzará calentando en estufa, a una temperatura de unos 30 °C (54 °F) inferior a la especificada para la mezcla, la cantidad necesaria para obtener por cuarteo las porciones precisas para la fabricación de cada probeta.

Estas porciones se calentarán entonces a la temperatura especificada para la compactación durante 1 hora, realizándose luego la compactación de la forma general. Cuando las probetas se fabriquen con mezclas tomadas en obra, el proceso general de compactación será el mismo que se describe en este procedimiento, cuidando igualmente que la temperatura de compactación sea la adecuada al tipo de ligante empleado. No deberá emplearse una mezcla que haya sido recalentada más de una vez.

Después de la compactación, retírese la base y déjese enfriar la muestra al aire hasta que no se produzca ninguna deformación cuando se la saque del molde. Pueden utilizarse ventiladores de mesa cuando se desee un enfriamiento más rápido, pero en ningún caso agua, a menos que se coloque la muestra en una bolsa plástica. Sáquese la muestra del molde por medio de un gato u otro dispositivo apropiado, luego colóquese en una superficie plana, lisa. Generalmente se dejan enfriar las muestras durante la noche.

5. ENSAYO DE ESTABILIDAD Y FLUJO

5.1 Colóquense las muestras preparadas con cemento asfáltico o con alquitrán a la temperatura especificada para inmersión en un baño de agua durante 30 o 40 minutos o en el horno durante 2 horas. Manténgase en el baño o el horno a $60^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ($140^{\circ} \pm 1.8^{\circ}\text{F}$) para las muestras de cemento asfáltico y a $37.80^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Colóquense las muestras preparadas con asfalto líquido a la temperatura especificada en la cámara de aire por un mínimo de 2 horas. Manténgase la temperatura de la cámara a $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ($77^{\circ} \pm 1.8^{\circ}\text{F}$).

Límpiese perfectamente las barras guías y las superficies interiores del molde de ensayo antes de la ejecución de este, y lubríquense las barras guías de tal manera que el segmento superior de la mordaza se deslice libremente. La temperatura del molde de ensayo deberá mantenerse entre 21.1°C y 37.8°C (70°F y 100°F) empleando un baño de agua cuando sea necesario.

Retírese la probeta del baño de agua, horno o cámara de aire y colóquese centrada en el segmento inferior de la mordaza; se monta el segmento superior con el medidor de deformación y el conjunto se sitúa centrado en la prensa.

Colóquese el medidor de flujo, en su posición de uso sobre una de las barras - guía y ajústese a cero, mientras se mantiene firmemente contra el segmento superior de la mordaza.

Manténgase el vástago del medidor de flujo firmemente en contacto con el segmento superior de la mordaza mientras se aplica la carga durante el ensayo.

5.2 Aplíquese entonces la carga sobre la probeta con una prensa o gato de carga con cabeza de diámetro mínimo de 50.8 mm (2") a una razón de deformación constante de 50.8 mm (2") por minuto,



hasta que ocurra la falla, es decir cuando se alcanza la máxima carga y luego disminuye según se lea en el dial respectivo. Anótese este valor máximo de carga y, si es del caso, hágase la conversión. El valor total en newtons (libras) que se necesite para producir la falla de la muestra se registrará como su valor de estabilidad Marshall.

Como se dijo antes, mientras se efectúa el ensayo de estabilidad deberá mantenerse el medidor de flujo firmemente en posición sobre la barra - guía; libérese cuando comience a decrecer la carga y anotar la lectura. Este será el valor del "flujo" para la muestra, expresado en 0.25 mm (1/100"). Por ejemplo, si la muestra se deformó 3.8 mm (0.15") el valor del flujo será de 15. Este valor expresa la disminución de diámetro que sufre la probeta entre la carga cero y el instante de la rotura. El procedimiento completo, a partir de la sacada de la probeta del baño de agua, deberá realizarse en un periodo no mayor de 30 segundos.

6. INFORME

El informe contendrá la siguiente información (véase Figura 7).

- Tipo de muestra ensayada (muestra de laboratorio o núcleo tomado de un pavimento).
- Valor promedio de la máxima carga en newtons (lbf) de por lo menos tres especímenes, corregido cuando se requiera (véase Tabla 1).
- Valor promedio del flujo, en 0.25 mm (0.01") de tres especímenes.
- Temperatura de ensayo.

7. REFERENCIAS NORMATIVAS

AASHTO	T 245
ASTM	D 1559
NLT	159/86

ANEXO 06

PANEL FOTOGRAFÍCO



FOTOGRAFÍA N°1: En la imagen se observa el camión con los materiales obtenidos en la cantera de donde se obtuvo la piedra de $\frac{1}{2}$ " y arena gruesa.



FOTOGRAFÍA N°2: En la imagen se observa que estamos llevando los materiales traídos en el camión al Laboratorio de Suelos.



FOTOGRAFÍA N°3: En la imagen se observa las muestras del agregado fino para luego ser puesta al horno a una temperatura de 100°C.



FOTOGRAFÍA N°4



FOTOGRAFÍA N°5

FOTOGRAFÍA N°4 y N°5: En la imagen se observa que se está obteniendo el peso suelto de la muestra para ser puesto al horno a una temperatura de 100°C.



FOTOGRAFÍA N°6: En la imagen se observa tamizando los agregados para obtener las proporciones correctas.



FOTOGRAFÍA N°7: En la imagen se observa las proporciones de agregado fino y agregado grueso para ser mezclado.



FOTOGRAFÍA N°8: En la imagen se observa las proporciones de agregado fino mezclado con cal para luego ser mezclado con el caucho granular.



FOTOGRAFÍA N°9: En la imagen se observa el cemento asfáltico PEN 60-70 para ser mezclado.



FOTOGRAFÍA N°10



FOTOGRAFÍA N°11

FOTOGRAFÍA N°10 y 11: En la imagen se observa mezclando los agregados con el cemento asfáltico a 120°C, luego se procede a vaciar en las briquetas.



FOTOGRAFÍA N°12



FOTOGRAFÍA N°13



FOTOGRAFÍA N°14

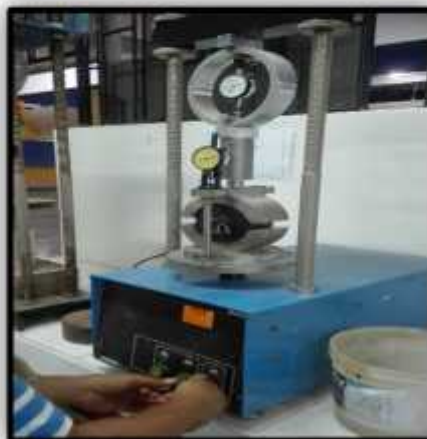
FOTOGRAFÍA N°12 ,13 y 14: En la imagen se observa dando los 75 golpes en cada cara con el martillo Marshall.



FOTOGRAFÍA N°15



FOTOGRAFÍA N°16



FOTOGRAFÍA N°17

FOTOGRAFÍA N°15 ,16 y 17: En la imagen se observa que las briquetas pasaron a ser desmoldadas para luego ser ensayadas y obtener la estabilidad y flujo de la briqueta

ANEXO 07
CERTIFICADO DE
CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CAC-033-2013**

Peticionario : UNIVERSIDAD SAN PEDRO.
 Atención : Ing. Jorge Montañez Reyes
 Lugar de calibración : Urb. Los Pinos Mz. B S/N , CHIMBOTE.
 Tipo de equipo : Anillo de carga para ensayos Marshall
 Capacidad del equipo : 6,000 lbf (28 kN ó 2,730 Kgf)
 División de escala : 0,0001"
 Marca anillo de carga : ELE - INTERNATIONAL
 N° de serie del anillo : 101200000135 Modelo : PR-60
 Marca de dial indicador : ELE - INTERNATIONAL
 N° de serie dial indicador : 103012215 Modelo del Dial Analógico : 88-4020
 Procedencia : USA
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 21,0°C / 74%
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 21,1°C / 73%
 Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"
 Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8295, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-06, certificado de calibración reporte N° C-8294D0512
 Número de páginas : 2
 Fecha de calibración : 2013-06-15

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
 Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2013-06-19	 Vladimir Tello Torib TECNICO DE LABORATORIO	  Roberto R. Guerra Tarquin INGENIERO CIVIL REG. CP. N° 035107

CAC-033-2013

Página 1 de 2

Resultados de medición

Dirección de Carga: Compresión

Indicación de def. del anillo de carga (0,0001")	Indicación de fuerza de la celda patrón			Promedio de fuerza	Fuerza obtenida con los factores	Error	Incertidumbre K=2
	1º ascenso	2º ascenso	3º ascenso	(N)	(N)	(%)	U (%)
100	3290	3302	3301	3298	3338	1,2	0,2
200	6656	6665	6660	6660	6636	-0,4	0,1
300	9944	9950	9946	9947	9935	-0,1	0,1
400	13224	13232	13231	13229	13234	0,0	0,1
500	16563	16578	16576	16572	16532	-0,2	0,1
600	19813	19818	19817	19816	19831	0,1	0,1
700	23126	23133	23138	23132	23130	0,0	0,1
800	26399	26417	26410	26409	26428	0,1	0,1

Coeficientes de regresión y correlación obtenidos en diferentes unidades de fuerza

Unidad de fuerza	Newtons (N)	Kilogramos (kgf)	Libras (lbf)
Coef. regresión A	39,0000000	4,0000000	8,0000000
Coef. regresión B	32,9865476	3,3648810	7,4161905
Coef. correlación r	0,999995	0,999995	0,999995

Ecuación para obtención de fuerza en diferentes unidades

Fuerza = (Def. unitaria del anillo de carga x Coef. regresión B) + Coef. regresión A

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

Se adjunta adicionalmente 03 tablas de valores de fuerza, de 02 hojas cada una, las cuales estan en Newtons, Kilogramos Fuerza y Libras Fuerza; obtenidas a partir de la ecuación para obtención de fuerza.





TABLA DE VALORES DE FUERZA EN NEWTONS

10120000135
Pag.1 N

ANILLO DE CARGA MARCA ELE - INTERNATIONAL
SERIE N° 10120000135
CAPACIDAD 28 KILONEWTONS
FECHA DE CALIBRACIÓN 15 DE JUNIO DEL 2013
CELDA DE CALIBRACIÓN UTILIZADA MARCA :Morehouse Instrument C.O./25000LB
N° SERIE C-8295
COEFICIENTE DE CORELACIÓN = 0,999995
VALORES EN NEWTONS

ECUACIÓN: (DEF. UNITARIA DEL ANILLO x 32,986547619) + 39 = NEWTONS

VALORES DE FUERZA OBTENIDAS SEGUN LA DEFORMACIÓN UNITARIA DEL ANILLO DE CARGA

DIVISION	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	72	105	138	171	204	237	270	303	336
10	369	402	435	468	501	534	567	600	633	666
20	699	732	765	798	831	864	897	930	963	996
30	1029	1062	1095	1128	1161	1194	1227	1260	1292	1325
40	1358	1391	1424	1457	1490	1523	1556	1589	1622	1655
50	1688	1721	1754	1787	1820	1853	1886	1919	1952	1985
60	2018	2051	2084	2117	2150	2183	2216	2249	2282	2315
70	2348	2381	2414	2447	2480	2513	2546	2579	2612	2645
80	2676	2711	2744	2777	2810	2843	2876	2909	2942	2975
90	3008	3041	3074	3107	3140	3173	3206	3239	3272	3305
100	3338	3371	3404	3437	3470	3503	3536	3569	3602	3635
110	3668	3701	3733	3766	3799	3832	3865	3898	3931	3964
120	3997	4030	4063	4096	4129	4162	4195	4228	4261	4294
130	4327	4360	4393	4426	4459	4492	4525	4558	4591	4624
140	4657	4690	4723	4756	4789	4822	4855	4888	4921	4954
150	4987	5020	5053	5086	5119	5152	5185	5218	5251	5284
160	5317	5350	5383	5416	5449	5482	5515	5548	5581	5614
170	5647	5680	5713	5746	5779	5812	5845	5878	5911	5944
180	5977	6010	6043	6076	6109	6142	6174	6207	6240	6273
190	6306	6339	6372	6405	6438	6471	6504	6537	6570	6603
200	6636	6669	6702	6735	6768	6801	6834	6867	6900	6933
210	6966	6999	7032	7065	7098	7131	7164	7197	7230	7263
220	7296	7329	7362	7395	7428	7461	7494	7527	7560	7593
230	7625	7659	7692	7725	7758	7791	7824	7857	7890	7923
240	7956	7989	8022	8055	8088	8121	8154	8187	8220	8253
250	8286	8319	8352	8385	8418	8451	8484	8517	8550	8583
260	8616	8648	8681	8714	8747	8780	8813	8846	8879	8912
270	8945	8978	9011	9044	9077	9110	9143	9176	9209	9242
280	9275	9308	9341	9374	9407	9440	9473	9506	9539	9572
290	9605	9638	9671	9704	9737	9770	9803	9836	9869	9902
300	9935	9968	10001	10034	10067	10100	10133	10166	10199	10232
310	10265	10298	10331	10364	10397	10430	10463	10496	10529	10562
320	10595	10628	10661	10694	10727	10760	10793	10826	10859	10892
330	10925	10958	10991	11024	11057	11089	11122	11155	11188	11221
340	11254	11287	11320	11353	11386	11419	11452	11485	11518	11551
350	11584	11617	11650	11683	11716	11749	11782	11815	11848	11881
360	11914	11947	11980	12013	12046	12079	12112	12145	12178	12211
370	12244	12277	12310	12343	12376	12409	12442	12475	12508	12541
380	12574	12607	12640	12673	12706	12739	12772	12805	12838	12871
390	12904	12937	12970	13003	13036	13069	13102	13135	13168	13201

VAN...



CAC-500 2013

DIVISION	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
400	13234	13267	13300	13333	13366	13399	13432	13465	13498	13530
410	13563	13596	13629	13662	13695	13728	13761	13794	13827	13860
420	13893	13926	13959	13992	14025	14058	14091	14124	14157	14190
430	14223	14256	14289	14322	14355	14388	14421	14454	14487	14520
440	14553	14586	14619	14652	14685	14718	14751	14784	14817	14850
450	14883	14916	14949	14982	15015	15048	15081	15114	15147	15180
460	15213	15246	15279	15312	15345	15378	15411	15444	15477	15510
470	15543	15576	15609	15642	15675	15708	15741	15774	15807	15840
480	15873	15906	15939	15972	16004	16037	16070	16103	16136	16169
490	16202	16235	16268	16301	16334	16367	16400	16433	16466	16499
500	16532	16565	16598	16631	16664	16697	16730	16763	16796	16829
510	16862	16895	16928	16961	16994	17027	17060	17093	17126	17159
520	17192	17225	17258	17291	17324	17357	17390	17423	17456	17489
530	17522	17555	17588	17621	17654	17687	17720	17753	17786	17819
540	17852	17885	17918	17951	17984	18017	18050	18083	18116	18149
550	18182	18215	18248	18281	18314	18347	18380	18413	18446	18479
560	18511	18544	18577	18610	18643	18676	18709	18742	18775	18808
570	18841	18874	18907	18940	18973	19006	19039	19072	19105	19138
580	19171	19204	19237	19270	19303	19336	19369	19402	19435	19468
590	19501	19534	19567	19600	19633	19666	19699	19732	19765	19798
600	19831	19864	19897	19930	19963	19996	20029	20062	20095	20128
610	20161	20194	20227	20260	20293	20326	20359	20392	20425	20458
620	20491	20524	20557	20590	20623	20656	20689	20722	20755	20788
630	20821	20854	20887	20920	20953	20986	21019	21052	21085	21118
640	21150	21183	21216	21249	21282	21315	21348	21381	21414	21447
650	21480	21513	21546	21579	21612	21645	21678	21711	21744	21777
660	21810	21843	21876	21909	21942	21975	22008	22041	22074	22107
670	22140	22173	22206	22239	22272	22305	22338	22371	22404	22437
680	22470	22503	22536	22569	22602	22635	22668	22701	22734	22767
690	22800	22833	22866	22899	22932	22965	22998	23031	23064	23097
700	23130	23163	23196	23229	23262	23295	23328	23361	23394	23427
710	23459	23492	23525	23558	23591	23624	23657	23690	23723	23756
720	23789	23822	23855	23888	23921	23954	23987	24020	24053	24086
730	24119	24152	24185	24218	24251	24284	24317	24350	24383	24416
740	24449	24482	24515	24548	24581	24614	24647	24680	24713	24746
750	24779	24812	24845	24878	24911	24944	24977	25010	25043	25076
760	25109	25142	25175	25208	25241	25274	25307	25340	25373	25406
770	25439	25472	25505	25538	25571	25604	25637	25670	25703	25736
780	25789	25822	25855	25888	25921	25954	25987	26020	26053	26086
790	26098	26131	26164	26197	26230	26263	26296	26329	26362	26395
800	26428	26461	26494	26527	26560	26593	26626	26659	26692	26725



CAC 033-2012



CELDA EIRL

TABLA DE VALORES DE FUERZA EN KILOGRAMOS

101200000135
Pag.1 kgf

ANILLO DE CARGA MARCA ELE - INTERNATIONAL
SERIE N° 101200000135
CAPACIDAD 2,730 KILOGRAMOS FUERZA
FECHA DE CALIBRACIÓN 15 DE JUNIO DEL 2013
CELDA DE CALIBRACIÓN UTILIZADA MARCA :Morehouse Instrument C.O./25000LB
N° SERIE C-8295
COEFICIENTE DE CORELACIÓN = 0,999995
VALORES EN KILOGRAMOS

ECUACION: (DEF.UNITARIA DEL ANILLO x 3,36488095) + 4 =KILOGRAMOS FUERZA

VALORES DE FUERZA OBTENIDAS SEGUN LA DEFORMACIÓN UNITARIA DEL ANILLO DE CARGA

DIVISION	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	7	11	14	17	21	24	28	31	34
10	38	41	44	48	51	54	58	61	65	68
20	71	75	78	81	85	88	91	95	98	102
30	105	108	112	115	118	122	125	129	132	135
40	139	142	145	149	152	155	159	162	166	169
50	172	176	179	182	186	189	192	196	199	203
60	206	209	213	216	219	223	226	229	233	236
70	240	243	246	250	253	256	260	263	266	270
80	273	277	280	283	287	290	293	297	300	303
90	307	310	314	317	320	324	327	330	334	337
100	340	344	347	351	354	357	361	364	367	371
110	374	378	381	384	388	391	394	398	401	404
120	408	411	415	418	421	425	428	431	435	438
130	441	445	448	452	455	458	462	465	468	472
140	475	478	482	485	489	492	495	499	502	505
150	509	512	515	519	522	526	529	532	536	539
160	542	546	549	552	556	559	563	566	569	573
170	576	579	583	586	589	593	596	600	603	606
180	610	613	616	620	623	627	630	633	637	640
190	643	647	650	653	657	660	664	667	670	674
200	677	680	684	687	690	694	697	701	704	707
210	711	714	717	721	724	727	731	734	738	741
220	744	748	751	754	758	761	764	768	771	775
230	778	781	785	788	791	795	798	801	805	808
240	812	815	818	822	825	828	832	835	838	842
250	845	849	852	855	859	862	865	869	872	876
260	879	882	886	889	892	896	899	902	906	909
270	913	916	919	923	926	929	933	936	939	943
280	946	950	953	956	960	963	966	970	973	976
290	980	983	987	990	993	997	1000	1003	1007	1010
300	1013	1017	1020	1024	1027	1030	1034	1037	1040	1044
310	1047	1050	1054	1057	1061	1064	1067	1071	1074	1077
320	1081	1084	1087	1091	1094	1098	1101	1104	1108	1111
330	1114	1118	1121	1125	1128	1131	1135	1138	1141	1145
340	1148	1151	1155	1158	1162	1165	1168	1172	1175	1178
350	1182	1185	1188	1192	1195	1199	1202	1205	1209	1212
360	1215	1219	1222	1225	1229	1232	1236	1239	1242	1246
370	1249	1252	1256	1259	1262	1266	1269	1273	1276	1279
380	1283	1286	1289	1293	1296	1299	1303	1306	1310	1313
390	1316	1320	1323	1326	1330	1333	1336	1340	1343	1347

CAD-003-2013

VAN...



DIVISION	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
400	1350	1353	1357	1360	1363	1367	1370	1374	1377	1380
410	1384	1387	1390	1394	1397	1400	1404	1407	1411	1414
420	1417	1421	1424	1427	1431	1434	1437	1441	1444	1448
430	1451	1454	1458	1461	1464	1468	1471	1474	1478	1481
440	1485	1488	1491	1495	1498	1501	1505	1508	1511	1515
450	1518	1522	1525	1528	1532	1535	1538	1542	1545	1548
460	1552	1555	1559	1562	1565	1569	1572	1575	1579	1582
470	1585	1589	1592	1596	1599	1602	1606	1609	1612	1616
480	1619	1623	1626	1629	1633	1636	1639	1643	1646	1649
490	1653	1656	1660	1663	1666	1670	1673	1676	1680	1683
500	1686	1690	1693	1697	1700	1703	1707	1710	1713	1717
510	1720	1723	1727	1730	1734	1737	1740	1744	1747	1750
520	1754	1757	1760	1764	1767	1771	1774	1777	1781	1784
530	1787	1791	1794	1797	1801	1804	1808	1811	1814	1818
540	1821	1824	1828	1831	1834	1838	1841	1845	1848	1851
550	1855	1858	1861	1865	1868	1872	1875	1878	1882	1885
560	1888	1892	1895	1898	1902	1905	1909	1912	1915	1919
570	1922	1925	1929	1932	1935	1939	1942	1946	1949	1952
580	1956	1959	1962	1966	1969	1972	1976	1979	1983	1986
590	1989	1993	1996	1999	2003	2006	2009	2013	2016	2020
600	2023	2026	2030	2033	2036	2040	2043	2046	2050	2053
610	2057	2060	2063	2067	2070	2073	2077	2080	2083	2087
620	2090	2094	2097	2100	2104	2107	2110	2114	2117	2121
630	2124	2127	2131	2134	2137	2141	2144	2147	2151	2154
640	2158	2161	2164	2168	2171	2174	2178	2181	2184	2188
650	2191	2195	2198	2201	2205	2208	2211	2215	2218	2221
660	2225	2228	2232	2235	2238	2242	2245	2248	2252	2255
670	2258	2262	2265	2269	2272	2275	2279	2282	2285	2289
680	2292	2295	2299	2302	2306	2309	2312	2316	2319	2322
690	2326	2329	2332	2336	2339	2343	2346	2349	2353	2356
700	2359	2363	2366	2370	2373	2376	2380	2383	2386	2390
710	2393	2396	2400	2403	2407	2410	2413	2417	2420	2423
720	2427	2430	2433	2437	2440	2444	2447	2450	2454	2457
730	2460	2464	2467	2470	2474	2477	2481	2484	2487	2491
740	2494	2497	2501	2504	2507	2511	2514	2518	2521	2524
750	2528	2531	2534	2538	2541	2544	2548	2551	2555	2558
760	2561	2565	2568	2571	2575	2578	2581	2585	2588	2592
770	2595	2598	2602	2605	2608	2612	2615	2619	2622	2625
780	2629	2632	2635	2639	2642	2645	2649	2652	2656	2659
790	2662	2666	2669	2672	2676	2679	2682	2686	2689	2693
800	2696	2699	2703	2706	2709	2713	2716	2719	2723	2726



CAC-033-2013

DIVISION	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
400	2974	2982	2989	2997	3004	3012	3019	3026	3034	3041
410	3049	3056	3063	3071	3078	3086	3093	3101	3108	3115
420	3123	3130	3138	3145	3152	3160	3167	3175	3182	3190
430	3197	3204	3212	3219	3227	3234	3241	3249	3256	3264
440	3271	3279	3286	3293	3301	3308	3316	3323	3330	3338
450	3345	3353	3360	3368	3375	3382	3390	3397	3405	3412
460	3419	3427	3434	3442	3449	3457	3464	3471	3479	3486
470	3494	3501	3508	3516	3523	3531	3538	3546	3553	3560
480	3568	3575	3583	3590	3597	3605	3612	3620	3627	3635
490	3642	3649	3657	3664	3672	3679	3686	3694	3701	3709
500	3716	3724	3731	3738	3746	3753	3761	3768	3775	3783
510	3790	3798	3805	3813	3820	3827	3835	3842	3850	3857
520	3864	3872	3879	3887	3894	3902	3909	3916	3924	3931
530	3939	3946	3953	3961	3968	3976	3983	3990	3998	4005
540	4013	4020	4028	4035	4042	4050	4057	4065	4072	4079
550	4087	4094	4102	4109	4117	4124	4131	4139	4146	4154
560	4161	4168	4176	4183	4191	4198	4206	4213	4220	4228
570	4235	4243	4250	4257	4265	4272	4280	4287	4295	4302
580	4309	4317	4324	4332	4339	4346	4354	4361	4369	4376
590	4384	4391	4398	4406	4413	4421	4428	4435	4443	4450
600	4458	4465	4473	4480	4487	4495	4502	4510	4517	4524
610	4532	4539	4547	4554	4562	4569	4576	4584	4591	4599
620	4606	4613	4621	4628	4636	4643	4651	4658	4665	4673
630	4680	4688	4695	4702	4710	4717	4725	4732	4740	4747
640	4754	4762	4769	4777	4784	4791	4799	4806	4814	4821
650	4829	4836	4843	4851	4858	4866	4873	4880	4888	4895
660	4903	4910	4918	4925	4932	4940	4947	4955	4962	4969
670	4977	4984	4992	4999	5007	5014	5021	5029	5036	5044
680	5051	5058	5066	5073	5081	5088	5096	5103	5110	5118
690	5125	5133	5140	5147	5155	5162	5170	5177	5185	5192
700	5199	5207	5214	5222	5229	5236	5244	5251	5259	5266
710	5273	5281	5288	5296	5303	5311	5318	5325	5333	5340
720	5348	5355	5362	5370	5377	5385	5392	5400	5407	5414
730	5422	5429	5437	5444	5451	5459	5466	5474	5481	5489
740	5496	5503	5511	5518	5526	5533	5540	5548	5555	5563
750	5570	5578	5585	5592	5600	5607	5615	5622	5629	5637
760	5644	5652	5659	5667	5674	5681	5689	5696	5704	5711
770	5718	5726	5733	5741	5748	5756	5763	5770	5778	5785
780	5793	5800	5807	5815	5822	5830	5837	5845	5852	5859
790	5867	5874	5882	5889	5896	5904	5911	5919	5926	5934
800	5941	5948	5956	5963	5971	5978	5985	5993	6000	6008



CAC-033-2013

ANEXO 08
PRESUPUESTO

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (s/.)	PARCIAL (S/.)
ARENA GRUESA	m3	1	40	40.00
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3	1	80	80.00
EMULSION ASFALTICA	galón	1	100	180.00
PARTICULAS DE CAUCHO	kilo	6	10	60.00
			TOTAL	360.00

SERVICIOS DE LABORATORIO				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (s/.)	PARCIAL (S/.)
ENSAYO DE MATERIALES	Glb	1	520	520.00
ENSAYO MARSHALL	U	4	750	3000.00
			TOTAL	3520.00

GASTOS PROPIOS				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (s/.)	PARCIAL (S/.)
IMPRESIONES, ANILLADOS, COPIAS, OTROS.	Glb	1	150	150.00
PASAJES	U	4	300	300.00
			TOTAL	450.00

PRESUPUESTO GENERAL	
DESCRIPCIÓN	PARCIAL (S/.)
MATERIALES	360.00
SERVICIOS DE LABORATORIO	3520.00
GASTOS PROPIOS	450.00
TOTAL	4330.00

ANEXO 9

ACTA DE APROBACION 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, Gonzalo Hugo Díaz García docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Chimbote, revisor (a) de la tesis titulada:

"COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS ADICIONÁNDOLE CAUCHO POR LA TÉCNICA DE VÍA SECA", del estudiante Salazar Saldaña, Giancarlo Keinth, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 28% 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.

Chimbote, 11 de Abril del 2019

Gonzalo Hugo Díaz García

DNI: 40539624

ANEXO 10

FORMULARIO DE AUTORIZACION PARA LA PUBLICACION ELECTRONICA DE LAS TESIS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Salazar Saldaña Giancarlo Keinth
D.N.I. : 46442378
Domicilio : Villa del Mar Mz E 11 14
Teléfono : Fijo : 043-413057 Móvil : 947824272
E-mail : gcarcarlo136@hotmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería
Escuela : Ingeniería Civil
Carrera : Ingeniería Civil
Título : Ingeniería Civil

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Salazar Saldaña Giancarlo Keinth

Título de la tesis:

Comportamiento de las Mezclas Asfálticas Adicionadas con Caucho por la Técnica de Vía Seca

Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

Firma :

Fecha : 11/04/2019



ANEXO 11

AUTORIZACION DE LA VERSION FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACION



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

SALAZAR SALDAÑA, GIANCARLO KEINTH

INFORME TITULADO:

“COMPORTAMIENTO DE LAS MEZCLAS ASFÁLTICAS
ADICIONÁNDOLE CAUCHO POR LA TÉCNICA DE VÍA SECA”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: jueves, 11 de Abril de 2019

NOTA O MENCIÓN: 13 (TRECE)




ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN
DE E.P. DE INGENIERIA CIVIL