



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en caliente al adicionarle cenizas de algas marinas, Chimbote- Ancash-2019”.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

MATTA ROMUALDO, Jefferson Joel (ORCID: 0000-0003-0153-8067)

PEREZ ORE, Jose Luis (ORCID: 0000-0002-0376-5194)

ASESORA:

Mgr. FERNÁNDEZ MANTILLA, Jenisse del Rocío (ORCID: 0000-0003-3336-4786)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

CHIMBOTE – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A mis padres

Isaías y Janira, por siempre brindarme apoyo incondicional en mis estudios y parte de mi vida. A mi padre que siempre fue una inspiración de esfuerzo y sencillez para lograr mis objetivos. A mi madre por enseñarme en salir adelante ante los diferentes problemas que gracias a sus consejos aportaron para ser una mejor persona y futuro profesional.

A mis abuelos

Macario y Benita, por siempre brindarme la ayuda necesaria en mi desarrollo personal y profesional .A mi abuelo por todo el consejo que recibí cuando estaba a cuidado de el y la gran capacidad de entenderme .A mi abuela por enseñarme a no rendirme y que para todo hay una solución .

A mi tía

Indira, mi segunda madre, por haberme brindado su apoyo, consideración y amor que me ha infundado siempre en hacer las cosas bien y justas.

A mi familia

Padres y hermanos que me apoyaron en todo el transcurso de mi desarrollo profesional ante todas las adversidades que se presentaron.

A mi abuela

América, al apoyarme con un hogar al cual llegar, al aprender mucho de su experiencia, y que pagarle solo las cosas que destruí sería poco para lo que ella me ofreció.

AGRADECIMIENTO

A Dios

Por guiarme y brindarme sabiduría para realizar con éxitos mis metas trazadas

A mi familia

A mi Familia, Por su invaluable apoyo en todo este tiempo para poder ser un futuro profesional gracias a sus consejos y dedicación ya que representan para mí un tesoro invaluable y ejemplo de una familia unida.

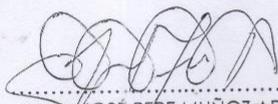
A mis docentes

Por todos estos años académicos que con sus enseñanzas me inculcaron valores, ética profesional, la cual me motivaron para realizar nuestro proyecto de tesis.

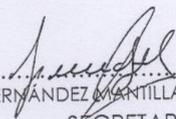
El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) PEREZ ORE, JOSE LUIS y MATTA ROMUALDO, JEFFERSON JOEL cuyo título es: "PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE AL ADICIONARLE CENIZAS DE ALGAS MARINAS, CHIMBOTE- ANCASH-2019"..

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el/los estudiante(s), otorgándole(s) el calificativo de: *17*.....(número)
Catorce.....(letras).

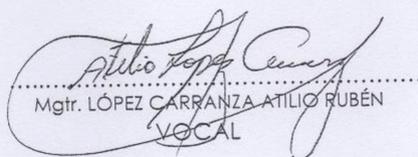
Chimbote, viernes, 12 de julio de 2019



.....
Mgtr. JOSÉ PEPE MUÑOZ ARANA
PRESIDENTE



.....
Mgtr. FERNÁNDEZ MANTILLA JENISSE DEL ROCÍO
SECRETARIO



.....
Mgtr. LÓPEZ CARRANZA ATILIO RUBÉN
VOCAL

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

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Matta Romualdo Jefferson Joel y Perez Ore Jose Luis, con DNI: N°70215678 y N°71788336 respectivamente, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grado y Titulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, escuela de Ingeniería Civil, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompañamos es veraz y auténtica.

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

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

Chimbote, 9 de julio del 2019



Jefferson Matta Romualdo

DNI: N°70215678



Jose Luis Perez Ore

N°71788336

ÍNDICE

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de Autenticidad.....	v
Índice.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	10
2.1 Tipo y diseño de investigación.....	10
2.2 Operacionalización de variables.....	11
2.3 Población y muestra.....	12
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	12
2.5 Procedimiento.....	12
2.6 Métodos de análisis de datos.....	13
2.7 Aspectos éticos.....	13
III. RESULTADOS.....	14
3.1 Análisis térmico diferencial.....	14
3.2 Diseño de la mezcla asfáltica en caliente patrón y usando 5%, 10% y 15% de Cenizas de algas marinas.....	14
3.3 Propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en caliente patrón y Usando 5%, 10% y 15% de cenizas de algas marinas.....	15
3.3.1 Propiedades mecánicas.....	15
3.3.1.1 Estabilidad.....	15
3.3.1.2 Fluencia.....	16
3.3.1.3 Densidad.....	17
3.3.1.4 Porcentaje de vacíos.....	18
3.3.2 Propiedades físicas.....	19
3.3.2.1 Trabajabilidad.....	19
3.3.2.2 Impermeabilidad.....	20
3.3.2.3 Durabilidad.....	21
IV. DISCUSIÓN.....	23
V. CONCLUSIONES.....	25
VI. RECOMENDACIONES.....	26
VII. REFERENCIAS.....	27
ANEXOS.....	32

RESUMEN

El objetivo de estudio fue utilizar las algas marinas que se encuentran en un proceso de proliferación, convirtiéndolo a cenizas y combinándolos con el asfalto y agregados, teniendo una mezcla asfáltica en caliente, determinando la variación de las propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica e caliente con adición de cenizas de algas marinas, ya que un problema presente es lo poco que dura el pavimento con el procedimiento tradicional. Siendo útil para investigaciones futuras que sigan la línea de utilizar elementos biodegradables en obras. Teniendo en cuenta que se crearía un proyecto de extracción de las algas y así evitar que se sobre extiendan en toda la costa.

El tipo de investigación es cuasi-experimental, teniendo como variable independiente las cenizas de algas marinas. La población y muestra fueron las 36 briquetas que se ensayaron utilizando el método Marshall. Los instrumentos usados para la obtención de datos fueron como protocolos los certificados de ensayos de laboratorio según norma EG-2013sección 423 y como registro de análisis documental el ensayo Marshall ASTM 1559.

Como resultados principales se rescata que una mezcla asfáltica patrón ideal de 5% de C.A presenta una estabilidad de 1880 kg, una fluencia de 3.8mm, una densidad de 2.339 gr/cc y un porcentaje de vacíos de 5.17% mientras que una mezcla asfáltica con 5% C.A y 10% de cenizas ofrece una estabilidad de 1998 kg, una fluencia de 3 mm, una densidad de 2.359 gr/cc y un porcentaje de vacíos de 4.22%.

Finalmente se llegó a la conclusión que, después de realizar los ensayos previos, una mezcla asfáltica caliente patrón con 5% C.A y una mezcla modificada con 5% y 10% de cenizas son las que presenta unas mejores características de sus propiedades mecánicas como físicas

Palabras clave: Mezcla asfáltica en caliente, cenizas de algas marinas, Método Marshall

ABSTRACT

The objective of the study was to use marine algae that are in a process of proliferation, converting it into ashes and combining with asphalt and aggregates, having a hot asphalt mixture, determining the variation of the mechanical and physical properties of the asphalt mixture. In this case, there is nothing that is not the pavement with the traditional procedure. Being useful for future research that follow the line of biodegradable elements in works. Taking into account that a project is created to extract the algae and thus prevent them from spreading throughout the coast.

The type of research is quasi-experimental, having as an independent variable the ashes of marine algae. The population and the sample were the 36 briquettes that were tested using the Marshall method. The instruments used for obtaining data were as certificates of laboratory tests according to EG-2013-section 423 and as a documentary analysis record the Marshall ASTM 1559 test.

As a result of an ideal asphalt mix of 5% AC, it has a stability of 1880 kg, a creep of 3.8mm, a density of 2,339 g / cc and a vacuum percentage of 5.17% while an asphalt mix with 5% CA and 10% ash offers a stability of 1998 kg, a creep of 3 mm, a density of 2,359 g / cc and a vacuum percentage of 4.22%.

Finally, he concluded that, after carrying out the previous tests, a hot asphalt mixture with 5% C.A and a modified mixture with 5% and 10% of ashes are the best characteristics of its mechanical and physical properties.

Keywords: Hot asphalt mix, seaweed ash, Marshall Method

I. INTRODUCCIÓN

El pavimento consta del asfalto y agregados para tener un producto consistente que permita ser resistente antes las cargas que se emplean, comportándose de buena forma en la parte mecánica como física.

Sin embargo, el problema de este yace en la calidad del material que se emplea o la forma en que estas se mezclan teniendo un mal fin, terminando en que duran menos de lo planeado, por las fallas que presentan a temprana edad y causando molestias a los que transitan.

Todo esto no es ajeno para la ciudad de Chimbote, donde sus pavimentos presentan todo tipo de fallas, en este caso como sucede en la Av. José Balta, donde estuvo propenso a desbordamiento de alcantarillas y por supuesto que este no fue diseñado para que transiten vehículos pesados, lo cual terminó de destruir y malograr la estructura de este pavimento.

Continuando, al momento de realiza un diseño de mezcla asfáltica, para que este tenga una duración prudente, el costo que se emplearía sumaria y elevaría considerablemente el precio de lo que normalmente costaría, siendo esto ya no muy conveniente de ejecutar.

Por eso con la idea de tener un diseño la cual haga que presente una mejora en las propiedades de esta y además la parte económica no se vea afectado, se plantea el uso de las cenizas de algas marinas como otro elemento a usar.

La elevada existencia que tienen las algas en el mar es algo que no se puede dejar de lado, ya que perjudica a las labores que realizan los pescadores artesanales, sumando que esto tiene un rápido crecimiento tratando casi como si fuera una plaga.

Mencionando que, las algas que serán utilizadas, son de las que aumentan considerablemente y que no tienen un uso esencial, recalcando que tanto es la plaga que esta produce, que son arrancadas para botarlos, por eso al utilizar algo que desechan en algo donde puede aportar un beneficio es lo que se busca.

Continuando, podemos encontrar trabajos previos que tienen una similitud con nuestra investigación, como lo es la de Saval José (2003) en su tesis “Estudio del residuo de posidonia oceánica utilizada como adiciones en morteros de cemento”, aplicando una forma de añadir las cenizas de algas, tanto e 550°C como 800°C, determinando que la segunda opción es viable ya que presentan una mejora en la parte mecánica del mortero, especialmente a inicios de su elaboración.

Otro antecedente, es la de un artículo científico titulado “Absorción acústica para probetas de pasta de cemento con la adición de posidonia oceánica” realizado por Sevillano Néstor et al. (2005), presentando una forma de elaborar propia, en este caso compuso de una proporción de los elementos la cual era de cemento, seguido de agua y culminando con la alga, teniendo cada uno diez, treinta, y diez respectivamente, mencionando que esta fue lavada y posteriormente se pasó a moler, obteniendo una absorción adecuada.

Entablado con la parte teórica de la investigación, conoceremos todo lo relacionado a una combinación asfáltica y sus elementos que presenta, sin nada más que mencionar damos inicio con el concepto del pavimento, la cual no es nada más que capas una encima de otras como es la que va arriba del terreno natural que está conformada por material que es seleccionado, y por encima la capa final, esta puede ser de concreto o de una combinación de asfalto con agregados (Arroyo y Rodríguez, 2010, p. 19).

Más adelante encontramos los tipos de pavimentos, siendo uno de ellos el pavimento de concreto asfáltico en caliente, esto se realiza con agregados puestos a temperaturas altas, seguido a la combinación de estos elementos se coloca presentándose como una superficie (Manual de Carreteras EG-2013, p. 559). También está el pavimento de concreto asfáltico en frío, se realiza de la misma manera que la anterior, mencionando que el uso que se le da es para tránsito liviano, parches y dependiendo del lugar donde se encuentre (Manual de Carreteras EG-2013, p. 603).

Continuando tenemos los agregados rocosos que están divididas por el tamaño que presentan, estas están entre arena, piedra triturada (Amaya y Soto, 2015, p. 28). Según NTP 400.012, para agregado se cataloga a las que quedan entre las redes 3” y 3/8” como grueso, las que continúan la siguiente red hasta la N°200 es fino, culminando lo que pasa esta última red mencionada es el polvillo que se usa en la mezcla de estos elementos.

Todas estas deben cumplir con propiedades básicas como son la gradación, que se realiza por un análisis granulométrico usando el ASTM D-422, para así seleccionar el tamaño del material (Fajardo y Vergaray, 2014, p. 20), también debe cumplir con la limpieza, ya que si el material presenta cosas anómalas al material, se vería afectado el pavimento (Ochoa, 2004, p. 17), además debe haber dureza, esta es la que permite al pavimento darle la duración que debe cumplir según lo diseñado, durante todo ese tiempo resistirá lo que se ensayó (Chiquito y Torres, 2015, p. 15), después debe tener la forma de la partícula, esta forma debe ser oblicua y no redondeada, así será capaz de congeniar con los demás

elementos y tener un óptimo resultado (Fajardo y Vergaray, 2014, p. 24), por último tenemos el peso específico, la cual no es nada más que obtener y conocer cuál es el peso de la piedra y arena según una relación para el diseño (Fajardo y Vergaray, 2014, p. 25).

Estos agregados para saber si cumplen con las propiedades mencionadas pasan por respectivos ensayos, siendo para el agregado grueso el análisis de granulometría, que sirve para obtener la cantidad de material que pasa por cada red (MTC E 107, 2016, p. 44).

Otra cosa que debe cumplir es el peso determinado y absorción de agregados donde por un día entero se ensaya el material bajo agua, para así completar el vacío que tenía, teniendo al final tres pesos de cada uno (MTC E 206, 2016, p. 312).

Tercer punto es la abrasión de los Ángeles, donde se obtiene la cantidad que perdió el material al ser expuesto a desgastes constantes, obteniendo un valor en porcentaje (MTC E 207, 2016, p. 315).

Otro ensayo que se realiza es el de peso unitario y vacío, cuyo fin es el de obtener la relación para las mezclas, obteniendo valores de los vacíos que existen (MTC E 203, 2016, p. 298).

Para las Partículas fracturadas, no es otra cosa que los perfiles fracturados que tiene cada uno, separando para su selección en un lado a los que presentan solo una, y en otra a las que tienen dos o más (MTC E 210, 2016, p. 337).

Por último, las partículas chatas y alargadas, sirve para seleccionar a cada uno según la forma que tienen, cumpliendo siempre con la normal establecida y así esta pueda ser trabajable con los demás agregados (MTC E 223, 2016, p. 391).

También se realiza ensayos para el agregado fino como el análisis de granulometría, que sirve para tener que cantidad del material hay en cada red, cayendo hasta la última malla (MTC E 107, 2016, p. 44), y gravedad determinada y absorción de agregados, en este caso es para los finos obtener mediante un ensayo el cual se realiza de tres maneras, pero siempre con el área superior seca (MTC E 205, 2016, p. 309).

El asfalto es un componente de color marrón dando para negro, bituminoso, los cuales tiene como elementos los asfaltenos, a temperatura de ambiente se encuentra sólido, esta se convierte en líquido cuando la temperatura es mayor (Asphalt Institute, 1993, p. 125).

El asfalto se produce mediante la purificación del petróleo, esta se hace de forma industrial, teniendo finalmente carburante fósiles (Dubois, 2006, p. 13).

Los tipos de destilación del asfalto son la de forma atmosférica, la cual es trabajar a altas temperaturas, sin llegar a que se desintegre por completo el material, cambiando de su forma líquida a gaseosa, para que así separe las cargas de forma particular (Benini, Cortez y Monsalvo, 2011, p. 9).

Y la destilación al vacío, que realiza la dispersión de la forma líquida, llegando a una temperatura de 400°C, pudiendo llamarse, así como el último ciclo antes de ser como la destilación mencionada anteriormente (Benini, Cortez y Monsalvo, 2011, p. 12).

La composición química de los asfaltenos constituye entre un cinco a veinticinco en porcentaje de bitumen, mencionando que no existe adherencia. Cuando existe más de este elemento en la composición del asfalto, este será de mejor calidad (Garnica, Flores, Gomez y Delgado, 2005, p. 8),

Seguido a esto cabe mencionar que se encuentran también las resinas, las cuales presentan los mismos porcentajes de lo mencionado anteriormente, presentando propiedades como la adhesividad, finalmente se encuentran los aceites, que se presentan con forma de viscosidad y líquida (García, 2005, p. 5).

El asfalto esta agrupado en tres clases, uno de ellos son los cementos asfálticos, estos especialmente son utilizados en combinaciones asfálticas en caliente, ya que presentan importantes propiedades para que el pavimento tenga un mejor desempeño, para catalogar este tipo de cemento, pasa por distintos ensayos, siendo el más importante el de penetración (Garzón y Cardenas, 2013, p. 21).

También están los asfaltos líquidos, que no es nada más que una mezcla entre lo mencionado anteriormente y solvente del combustible, siendo esta una mezcla la cual es trabajable con los demás elementos (Ochoa, 2004, p. 11),

Y por último las emulsiones asfálticas, estas son esencialmente para reparar fallas superficiales del pavimento y utilizadas como la capa fina que se echa al asfalto (Garzón y Cardenas, 2013, p. 20).

Asimismo, el asfalto debe presentar propiedades físicas que cumplan con un régimen de calidad, como la durabilidad, lo que quiere decir que permanecerá con las mismas

características por un largo periodo, así esta esté bajo efectos desfavorables (Fajardo y Vergaray, 2004, p. 11).

Otra propiedad es la adhesión y cohesión, la cual remarca que tiene la finalidad de que los agregados se encuentren unidos sin que estas se separen, para que así la combinación perdure ante las fuerzas que se ejercerán (Rodríguez y Parimango, 2015, p. 29).

Además, debe presentar susceptibilidad a la temperatura, siendo esta una de las más esenciales, porque cuando se encuentra a una baja temperatura se presenta de forma más maciza y por el contrario a una alta temperatura esta estará de forma flexible (Ochoa, 2004, p. 11),

Y finalmente debe presentar endurecimiento y envejecimiento, ya que al pasar los años por naturaleza su rigidez es mucho mayor, las características disminuyen al punto que no reaccionan bien ante las cargas efectuadas del tránsito, presentando fallas en el pavimento (Rodríguez y Parimango, 2015, p. 31).

Entonces al tener estos elementos se puede realizar la mezcla asfáltica en caliente, la cual es la unión de los elementos, la cual se trabaja a elevadas temperaturas, siendo fundamental la proporción que se obtenga de cada uno para tener un mejor comportamiento de las propiedades (Zuñiga, 2015, p. 36)

De acuerdo a su posición relativa de clasificación, estas pueden estar como una manta de rodadura, siendo esta como una cubierta que está hecha de los elementos como el asfalto y los adheridos, con la opción de ser de dos maneras, siempre con el fin de su diseño cumplir la resistencia ante el desgaste continuo (Zuñiga, 2015, p. 36).

También puede estar en una carpeta intermedia, pudiendo ser una combinación de diferentes formas, pero está será puesta encima de la capa base (Zuñiga, 2015, p. 37).

Y por último en la base asfáltica, la cual se encuentra por debajo de las capas mencionadas con anterioridad, pero por encima del terreno natural (Zuñiga, 2015, p. 37).

Teniendo la mezcla asfáltica en calientes propiedades físicas como la durabilidad, una característica la cual le permite aguantar fuerzas externas y sin doblarse ante el paso del tiempo. Cuando presentan una cantidad de asfalto por debajo de los parámetros, el que sufre son los demás elementos ya que estas se desintegran, en el caso que los vacíos sean mayores de lo permitido el pavimento presentará fallas como comenzar a agrietarse (Zuñiga, 2015, p. 37).

También debe tener impermeabilidad, la cual es una característica que trata de no tener muchos vacíos en su estructura, evitando que tenga fallas como la separación de los elementos de la mezcla por tener una cantidad en asfalto por debajo de lo permisible (Fajardo y Vergaray, 2014, p. 37).

Y como tercer punto la trabajabilidad, como su nombre lo dice, es la forma cómoda de manejar los elementos en su combinación, siendo beneficioso tener una proporción de todos los componentes en armonía para su mejor desempeño (Ramírez, 2006, p. 6).

Asimismo, también presenta propiedades mecánicas como la estabilidad, el cual es la definición de tener la capacidad de aguantar las fuerzas ejercidas por el tránsito ante desequilibrios y deslizamientos, terminando siempre con la misma figura que inició (Ortiz, 2016, p. 15).

En simultáneo también debe tener flexibilidad, teniendo la capacidad de ante desplazamientos, desequilibrios poder ajustarse para así tener como finalidad disminuir las posibles fallas que pueda presentar el pavimento (Garnica, Flores, Gómez y Delgado, 2005, p. 3).

También debe tener resistencia a la fatiga, lo que nos quiere decir es que con esta característica tiene que ser una estructura que aguante fuerzas continuas que son ejercidas por los vehículos, algo que lo perjudica en este accionar es la de tener asfalto en exceso (Zuñiga, 2015, p. 40).

Y finalmente resistencia al deslizamiento, lo cual se produce entre la fuerza que ejerce el movimiento de las ruedas del vehículo en la estructura del pavimento cuando se encuentra con una capa de agua, evitando que se produzcan fallas (Crespin, Santa Cruz y Torres, 2012, p. 202).

Teniendo finalmente un diseño de mezcla asfáltica que consta que entre el agregado y asfalto son surtidos en proporciones correctas relativas las cuales estipulan las propiedades físicas de la mezcla y, también el cometido de esta como pavimento finalizado (Navarro, 2018, p. 44).

Por otro lado, el proceso para el ensayo de Marshall son los consiguientes: para la gravedad específica es esencial para tener datos acertados de los vacíos que presenta la briqueta ensayada, luego de esto se pasa a hacer un examen de absorción (Vásquez y Flores 2015, p. 12).

En cuanto a la estabilidad y fluencia, esta se realiza cuando la briqueta se encuentra a una temperatura de 60°C, en ese punto se puede ensayar realizando una fuerza de arriba hacia abajo, mientras tanto, en paralelo según el diámetro que presenta se obtiene la fluencia (Zuñiga 2015, p. 48).

Con referencia la densidad y vacíos se realizan con el que se mencionó primero, teniendo datos de cuantos vacios hay en porcentajes, sin dejar de lado el peso de los elementos de la mezcla (García, 2005, p. 12).

Por otra parte, con respecto a las mezclas modificadas, se busca nuevas alternativas que contribuyan con el mejoramiento de las mezclas y de paso sea un beneficio para la naturaleza, porque no se puede negar que las propiedades que presentan ahora no son suficientes para tener un pavimento adecuado (Rondón, León y Fernández, 2017, p. 155).

Las algas marinas existen alrededor de 2.650 especies vivas de clorofíceas, que tienen características de la clase (y la mayoría de las plantas) son el uso del almidón como principal reserva de alimentos y los cloroplastos verdes con clorofilas a y b (Salem, 2019, p. 2).

Además, las macro algas. apoyar complejas redes alimenticias en zonas costeras y proporcionar hábitats y alimentos para organismos agrupados, desde depredadores hasta invertebrados (Reisewitz et al., 2006, p. 623). Estas son fotosintetizadoras en la cadena trófica, alimentación y economía humanas (Rodriguez, 2018, p. 98).

Igualmente, una organización celular la cual posee una pared celular de las clorofitas está formada por estructura fibrilar de celulosa, pero en algunos géneros pueden tener polímeros de xilosa como los bryopsis. Contiene una parte de pigmentos en las algas verdes que conforma ala clorofila a, b, bta-caroteno, luteína, violaxantina y zeaxantina, conormaa pigmataria muy similar a la encontrada en plantas. (Werlinger, Alveal y Romo, 2004, p. 335). También streptophyta consta de varios linajes de algas verdes de agua dulce a partir de las cuales evolucionaron las plantas terrestres (McCourt, 2004, p. 85). El Chlorophyta incluye todas las demás algas verdes y exhibe una alta diversidad morfológica, citológica y reproductiva. (Lemieux, 2007, p. 79).

La historia evolutiva de la Chlorophyta ha sido más difícil de dilucidar. Se reconocen cuatro clases dentro de Chlorophyta como las Prasinophyceae planctónicas predominantemente marinas, las Trebouxiophyceae y Chlorophyceae de agua dulce o terrestre, y las Ulvophyceae, que son más conocidas como macroalgas marinas (algas

verdes) en los ecosistemas costeros. Las Prasinophyceae forman un conjunto parafilético de flagelados unicelulares de los cuales se derivan las Ulvophyceae, Trebouxiophyceae y Chlorophyceae (UTC) (Guillou, 2004, p. 56). Las últimas tres clases forman un lado bien apoyado, pero las relaciones entre ellas siguen sin solución en gran medida. Además, la monofilia de Trebouxiophyceae y Ulvophyceae no se ha demostrado inequívocamente (Turmel, Gagnon, 2009, p. 45).

En contraste con las Prasinophyceae, Trebouxiophyceae y Chlorophyceae, que son unicelulares, colonias o, en algunos casos, filamentos simples o thalli similar a una lámina, una diversidad inigualable de diseños morfológicos y citológicos (Mine, 2008, p. 65).

La composición química de las cenizas de algas puede contener las siguientes composiciones químicas: el silicio es uno de los elementos más abundantes en la corteza terrestre, y se presenta principalmente en forma de SiO₂ (cuarzo, etc.) y silicatos (Cerefonili y Meda, 2012, p. 1). Al mismo tiempo podemos encontrar azufre es la variabilidad de la composición isotópica en diferentes fuentes. El azufre está fácilmente disponible en forma elemental. Alrededor del 50% se deriva de los depósitos elementales, el 30% de los gases. (Science y Media, 2012, p. 34). También el oxígeno es el elemento que hace que la Tierra funcione. Hay más oxígeno en la Tierra que cualquier otro elemento. Constituye una quinta parte del aire que nos rodea (Farndon, 1998, p. 5). Además, el cloro es un elemento con dos caras en su carácter. Por un lado, es una sustancia increíblemente útil que está contenida en casi todo lo que compramos y usamos, desde los alimentos que comemos y el agua limpia. Al mismo tiempo el clorato este compuesto no se conoce en un estado aislado, y nunca se obtiene excepto en combinación con agua (C106 I30) (Mapua, 2019, p. 4). Al mismo tiempo podemos encontrar fósforo un elemento que se encuentra en forma de minerales y un elemento básico para todos los organismos vivos. Desde el punto de perspectiva minerales, los sedimentos de fosfatos calcio de los mares y dando inicio a la formación de rocas fosfatadas (Beatty, 2001, p. 13)

Tenemos el óxido de calcio CaO es un flujo alcalinotérreo, que se funde a 4658 ° F (2570 ° C). aunque comienza a fundirse en 20129 (1100 ° C). Produce esmaltes con resistencia, dureza, durabilidad y resistencia al rayado y ácidos. El óxido de calcio es el flujo más utilizado y confiable por encima de los 2012 ° F (1100 ° C). Es un metal muy estable, lo que ayuda a reducir la deformación (Britt, 2007, p. 19). Por ultimo Esta formado por

partículas subatómicas más pequeñas llamadas protones, neutrones y electrones, por ejemplo, el azufre, y solo el azufre, tienen dieciséis protones (Stimola, 2007, p. 14).

En otro contexto la formulación del problema que se llevó a plantearse es: ¿Cuál será la variación de las propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en caliente al adicionarle cenizas de algas marinas, Chimbote- Ancash 2019?

Asimismo, la justificación del proyecto tiene como propósito reducir la proliferación de las algas, utilizándolo en combinación con el asfalto y agregados, ya que un problema presente es lo poco que dura el pavimento con el procedimiento tradicional. Siendo útil para investigaciones futuras que sigan la línea de utilizar elementos biodegradables en obras. Teniendo en cuenta que se crearía un proyecto de extracción de las algas y así evitar que se sobre extiendan en toda la costa.

Ante el problema de la existencia de algas en exceso, su extracción ayudaría a su disminución teniendo un control para que no desaparezca del todo, además que, ayuda a pescadores a laborar cómodamente y pobladores del lugar, incluyendo también a los visitantes que van a la playa a bañarse. Esta investigación tendrá un aporte tanto ambiental con la utilización de las algas, como social con lo que puede ayudar en la mejora de las propiedades del pavimento.

Por consiguiente, se presenta la hipótesis siguiente: Mediante la adición de cenizas de algas marinas en el agregado fino se mejora las propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en caliente en comparación con una mezcla asfáltica en caliente patrón.

Finalmente se proyectó como objetivo general determinar la variación de las propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en caliente al adicionarle cenizas de algas marinas, Chimbote-2019, para llevar a cabo esto debemos realizar objetivos específicos con la cual ayudaran a cumplirlo como son la de determinar el análisis térmico diferencial, diseñar una mezcla asfáltica en caliente patrón, diseñar una mezcla asfáltica en caliente usando 5%,10% y 15% de cenizas de algas marinas., determinar las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente patrón, determinar las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente usando 5%, 10% y 15% de cenizas de algas marinas.

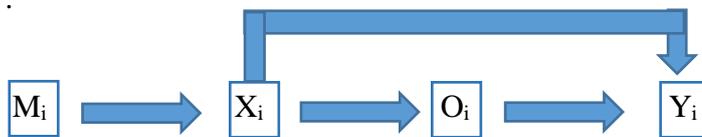
II. MÉTODO

2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es CUASI-EXPERIMENTAL

Es una investigación donde hay una hipótesis que contrastar donde no consta un grupo de control (Bono, 2012, p2).

Se realizó ensayos a una combinación asfáltica patrón y modificada, para diagnosticar los resultados que presentan cada uno y así de esa forma llegar a la solución de lo que se planteó como problema de investigación.



M_i = Diseño de mezcla asfáltica en caliente usando cenizas de algas marinas.

X_i = cenizas de algas marinas.

O_i = Resultados.

Y_i = Propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en caliente.

2.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

2.2.1 VARIABLES

2.2.1.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.

Cenizas de algas marinas.

2.2.1.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Mezcla asfáltica en caliente.

2.2.2 OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDIDA
VARIABLE DEPENDIENTE “MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE “	Trata sobre la mezcla de agregados añadiendo un ligante. Para la realización de esto se calienta los elementos mencionados a temperatura superior al del ambiente. (Zuñiga, 2015, p36)	El pavimento convencional sufre desgastes en sus propiedades tantas físicas como mecánicas, por lo que se busca una mejora añadiendo a la combinación asfáltica un nuevo componente que ayude al pavimento como al ambiente.	Propiedades mecánicas	-Gravedad específica: gr/cc -Estabilidad: N. -Fluencia: mm -Densidad y vacíos: porcentaje	Nominal Nominal Nominal Razón
			Propiedades físicas	-Diseño de mezcla asfáltica	Razón
VARIABLE INDEPENDIENTE “CENIZAS DE ALGAS MARINAS”	Después de realizarse la combustión en una materia, quedan cenizas donde aparecen elementos. (madrimasd, 2010).	Se extrajo las algas de la playa “El Dorado”. Luego se calcinaron a 800°C y sus cenizas se adicionaron en el agregado fino en un 5%, continuando con 10% y culminando en 15%, la cual fue usado en la combinación asfáltica; teniendo como fin elevar el mejoramiento del pavimento y deteniendo la proliferación de las algas marinas.	Composición química de las cenizas de algas marinas	-Silicio -Fósforo -Azufre -Cloro -Clorato de Potasio -Oxido de Calcio	Razón

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para esta investigación tanto la población como la muestra fueron las briquetas, donde para la combinación asfáltica patrón se utilizó 9 briquetas y 27 briquetas con la suma de cenizas de algas marinas.

Cuadro N°01: Muestra

Mezcla Asfáltica normal	Mezcla Asfáltica con cenizas
9 briquetas	27 briquetas (9 briquetas para cada porcentaje)

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

Cuadro N°02: Técnica e instrumento de recolección de datos

TÉCNICA	INSTRUMENTO	TIPO DE INVESTIGACIÓN
Análisis documental	Registro de análisis documental: Ensayo Marshall ASTM 1559 Protocolo: Certificados de ensayos de laboratorio según norma EG2013-SECCIÓN 423	Cuasi-experimental

2.5 PROCEDIMIENTO

Se obtuvo las algas marinas de la playa “El Dorado”, luego se realizó el lavado y posteriormente el secado, para después calcinarlas a 800°C, y así determinar los componentes que presentaban las cenizas de algas marinas mediante el análisis térmico diferencial.

Después se realizó ensayos a los materiales, como el asfalto, el cual se obtuvo el cemento asfáltico de PETRO PERÚ, el cual viene con certificado donde los requerimientos de los ensayos de calidad cumplían.

De igual manera para el agregado grueso y fino que se realizaron ensayos en laboratorio, teniendo en cuenta los procedimientos establecidos en las guías de laboratorio como el MTC.

Por consiguiente, se diseñó la mezcla asfáltica patrón y modificada, realizando la granulometría para obtener el porcentaje de cada agregado con la cual se realizó cada briqueta y así luego se elaboró la mezcla asfáltica patrón y modificada, según el diseño que se obtuvo.

Donde se obtuvo los resultados de las propiedades mecánicas según el ensayo Marshall ASTM 1559, y las propiedades físicas mediante guías de características que deben cumplir.

Finalmente se comparó los datos que se obtuvo de la mezcla asfáltica en caliente con cenizas de algas marinas y mezcla asfáltica patrón.

2.6 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

Se verificó el comportamiento de las briquetas con la adición de las cenizas en diferentes porcentajes, donde se comparó con las briquetas patrón, todo esto según EG-2013-sección 423 y MTC E 504, para ver cómo se prepara y compacta las briquetas, y según el Marshall constatar cómo se comporta mecánicamente.

2.7 ASPECTOS ÉTICOS

Siendo esta investigación un aporte para la sociedad, se puso por delante los principios de veracidad para tener resultados veraces.

Para la parte teórica de la investigación se redactó de información con conceptos de libros, artículos que son de últimos años, con lo cual menciona la realidad cercana; con los ensayos se realizaron en laboratorios que ofrecen confiabilidad en su desarrollo y resultados que presentaron.

III. RESULTADOS

3.1 Análisis térmico diferencial.

Se realizó el análisis térmico diferencial para tener una información más exacta de los elementos que conforman las cenizas de algas marinas, obteniendo los siguiente:

Cuadro N°03: Componentes de las cenizas de algas marinas

Metal	Símbolo	Unidad	Concentración
Aluminio	Al	%	0.36
Arsénico	As	%	Ausencia
Bario	Ba	%	0.005
Boro	B	%	0.009
Cadmio	Cd	%	Ausencia
Cobre	Cu	%	0.003
Cromo	Cr	%	Ausencia
Cobalto	Co	%	Ausencia
Hierro	Fe	%	0.18
Litio	Li	%	0.003
Manganeso	Mn	%	0.018
Niquel	Ni	%	0.003
Antimonio	Sb	%	Ausencia
Mercurio	Hg	%	Ausencia
Plomo	Pb	%	Ausencia
Silicio	Si	%	0.01

Fuente: Laboratorio Slab

Interpretación: Se muestra los componentes que presenta la ceniza que fue calcinado a 800°C, teniendo presencia en algunos metales siendo las más altas el aluminio con 0.36% y el hierro con 0.18%, también presenta ausencia de metales como el arsénico, cadmio, cobalto, antimonio, mercurio y plomo.

3.2 Diseño de la mezcla asfáltica en caliente patrón y usando 5%, 10% y 15% de cenizas de algas marinas.

Se realizó ensayos a cada agregado para ver si cumplían con los requerimientos establecidos por la normativa, siendo el asfalto, agregado grueso y agregado fino aptos para ser utilizados en los siguientes ensayos a tratar.

También se hizo tres análisis granulométricos de los agregados pétreos para obtener un promedio, el cual sirvió para tener proporciones de la mezcla asfáltica en caliente patrón y añadiendo en porcentajes las cenizas en el agregado fino

Después de tener los promedios se obtuvo las proporciones para cada porcentaje de asfalto y con los porcentajes de la adición de cenizas.

Cuadro N°04: Proporción granulométrica patrón y modificada

Cemento asfáltico	Agregados	Patrón	5% cenizas	10% cenizas	15% cenizas
4.5%	Agregado grueso (37%)	424.02 gr.	424.02 gr.	424.02 gr.	424.02 gr.
	Agregado fino (57%)	653.22 gr.	653.22 gr.	653.22 gr.	653.22 gr.
	Filler (6%)	68.76 gr.	68.76 gr.	68.76 gr.	68.76 gr.
	Cenizas	-	16.3 gr.	32.6 gr.	48.9 gr.
	C.A	54 gr.	54 gr.	54 gr.	54 gr.
5.0%	Agregado grueso (37%)	421.8 gr.	421.8 gr.	421.8 gr.	421.8 gr.
	Agregado fino (57%)	649.8 gr.	649.8 gr.	649.8 gr.	649.8 gr.
	Filler (6%)	68.4 gr.	68.4 gr.	68.4 gr.	68.4 gr.
	Cenizas	-	16.25 gr.	32.5 gr.	48.7 gr.
	C.A	60 gr.	60 gr.	60 gr.	60 gr.
5.5%	Agregado grueso (37%)	419.58 gr.	419.58 gr.	419.58 gr.	419.58 gr.
	Agregado fino (57%)	646.38 gr.	646.38 gr.	646.38 gr.	646.38 gr.
	filler	68.04 gr.	68.04 gr.	68.04 gr.	68.04 gr.
	Cenizas	-	16.10 gr.	32.30 gr.	48.45 gr.
	C.A	66 gr.	66 gr.	66 gr.	66 gr.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos UCV-CHIMBOTE

Interpretación: De esta manera obtenemos nuestra muestra patrón con 4.5%,5.0%,5.5% de cemento asfáltico y nuestra muestra modificada con los porcentajes de 5%, 10%, 15% de cenizas de algas marinas.

3.3 Propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en caliente patrón y usando 5%, 10% y 15% de cenizas de algas marinas.

3.3.1 Propiedades mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente patrón y con 5%, 10% y 15% de cenizas de algas marinas.

3.3.1.1 Estabilidad

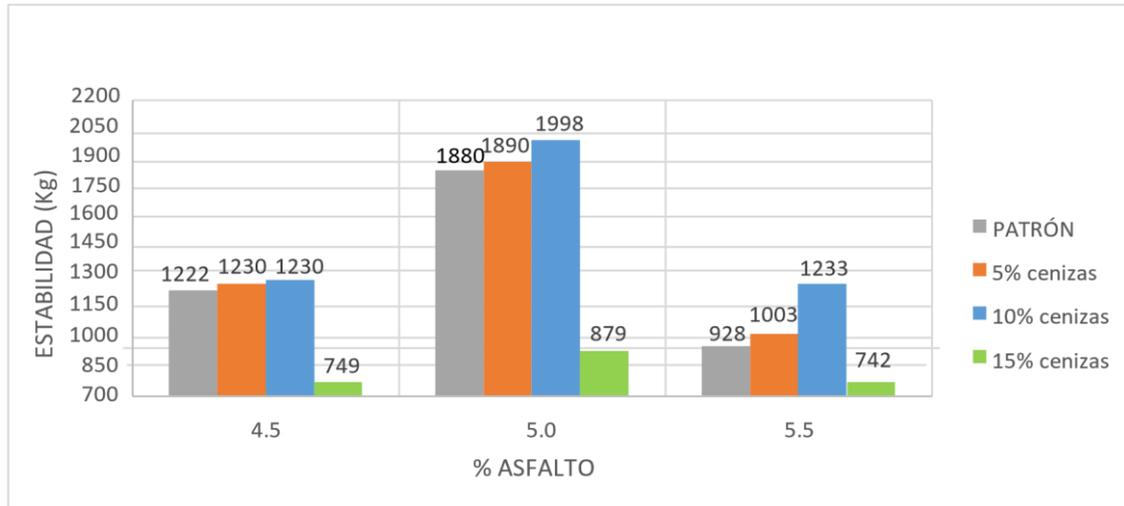
Obteniendo la estabilidad de una mezcla asfáltica patrón y con 5%,10%,15% de cenizas de algas marinas.

Cuadro N°05: Estabilidad patrón y % de cenizas de algas marinas

Cemento Asfáltico	Briqueta patrón	Briqueta 5% cenizas	Briqueta 10% cenizas	Briqueta 15% cenizas
4.5%	1222	1230	1230	749
5.0%	1880	1890	1998	879
5.5%	928	1003	1233	742
Especificaciones Técnicas 831.07 kg (mínimo)				

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos UCV-CHIMBOTE

Grafico N°01: Barras de estabilidad patrón y % de cenizas de algas marinas



Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos UCV-CHIMBOTE

Interpretación: Podemos observar que al utilizar el 5.0% de cemento asfáltico y 10% de cenizas de algas marinas se comporta mejor que la mezcla asfáltica patrón, además que está dentro del rango de las especificaciones técnicas.

3.3.1.2 Fluencia

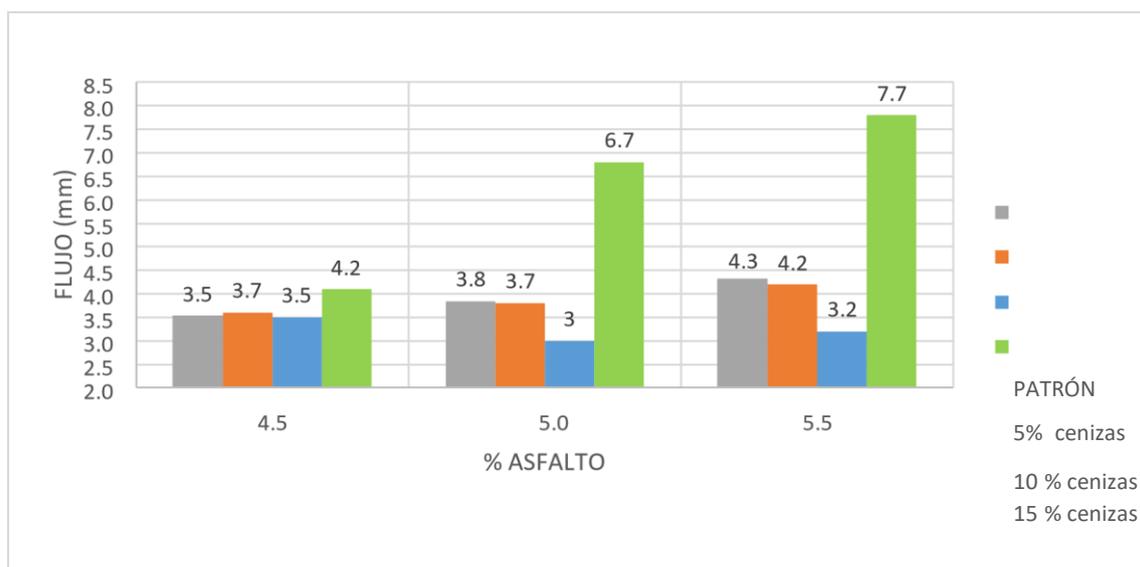
Obteniendo la fluencia de una mezcla asfáltica patrón y con 5%,10%, 15% de cenizas de algas marinas

Cuadro N°06: Fluencia patrón y % de cenizas de algas marinas

Cemento Asfáltico	Briqueta patrón	Briqueta 5% cenizas	Briqueta 10% cenizas	Briqueta 15% cenizas
4.5%	3.5	3.7	3.5	4.2
5.0%	3.8	3.7	3	6.7
5.5%	4.3	4.2	3.2	7.7
Especificaciones Técnicas 2mm-4mm				

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos UCV-CHIMBOTE

Grafico N°02: Barras de fluencia patrón y % de cenizas de algas marinas



Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos UCV-CHIMBOTE

Interpretación: Podemos observar que al utilizar el 4.5%, 5.0% de cemento asfáltico y 5%, 10%, 15% de cenizas de algas marinas se comporta mejor que la mezcla asfáltica patrón, además que está dentro del rango de las especificaciones técnicas.

3.3.1.3 Densidad

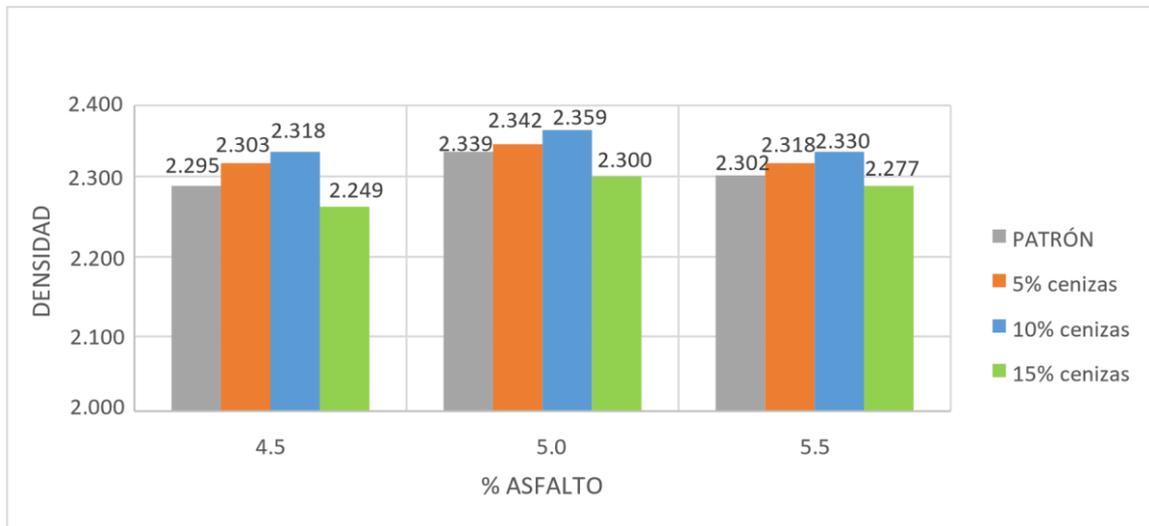
Obteniendo la densidad de una mezcla asfáltica patrón y con 5%, 10%, 15% de cenizas de algas marinas

Cuadro N°07: Densidad patrón y % de cenizas de algas marinas

Cemento Asfáltico	Briqueta patrón	Briqueta 5% cenizas	Briqueta 10% cenizas	Briqueta 15% cenizas
4.5%	2.295	2.303	2.318	2.249
5.0%	2.339	2.342	2.359	2.300
5.5%	2.302	2.318	2.330	2.277

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos UCV-CHIMBOTE

Grafico N°03: Barras de la densidad patrón y % de cenizas de algas marinas



Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos UCV-CHIMBOTE

Interpretación: Tanto la mezcla asfáltica en caliente patrón como la mezcla asfáltica en caliente con adición de cenizas cumplen en todas sus proporciones, encontrándose en los parámetros de la norma.

3.3.1.4 Porcentaje de Vacíos

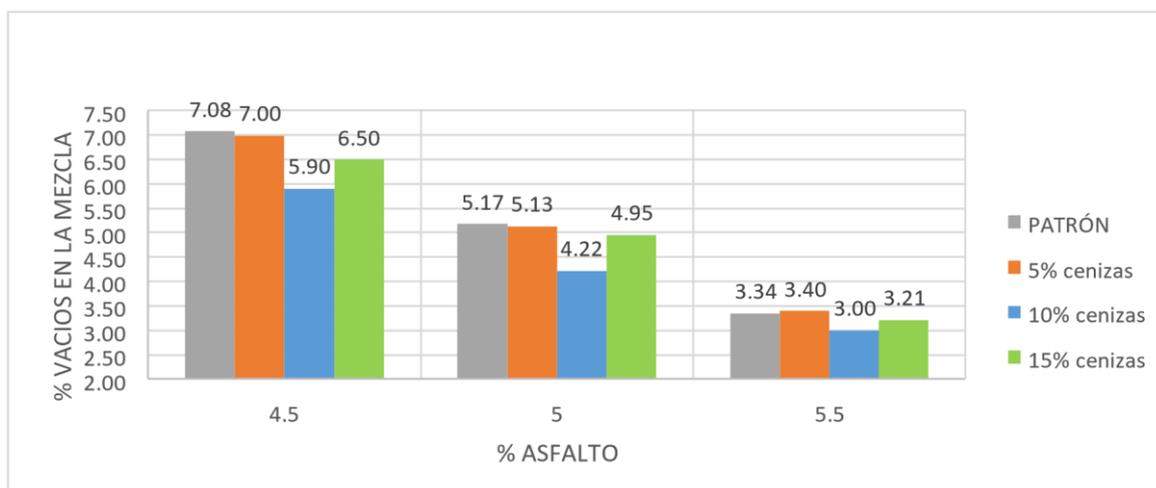
Obtener el % vacíos de una mezcla asfáltica con colilla de cigarro y de una mezcla asfáltica convencional.

Cuadro N°08: %de vacíos patrón y % de cenizas de algas marinas

Cemento Asfáltico	Briqueta patrón	Briqueta 5% cenizas	Briqueta 10% cenizas	Briqueta 15% cenizas
4.5%	7.08	7.00	5.90	6.50
5.0%	5.17	5.13	4.22	4.95
5.5%	3.34	3.40	4.95	3.21
Especificaciones Técnicas 3%-5%				

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos UCV-CHIMBOTE

Grafico N°04: Barras de % vacíos en la mezcla patrón y % de cenizas de algas marinas



Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos UCV-CHIMBOTE

Interpretación: Podemos observar que al utilizar el 5.0%, 5.5% de cemento asfáltico y 10%, 15% de cenizas de algas marinas se comporta mejor que la mezcla asfáltica patrón, además que está dentro del rango de las especificaciones técnicas.

3.3.2 Propiedades físicas de la mezcla asfáltica en caliente patrón y con 5%, 10% y 15% de cenizas de algas marinas.

3.3.2.1 Trabajabilidad

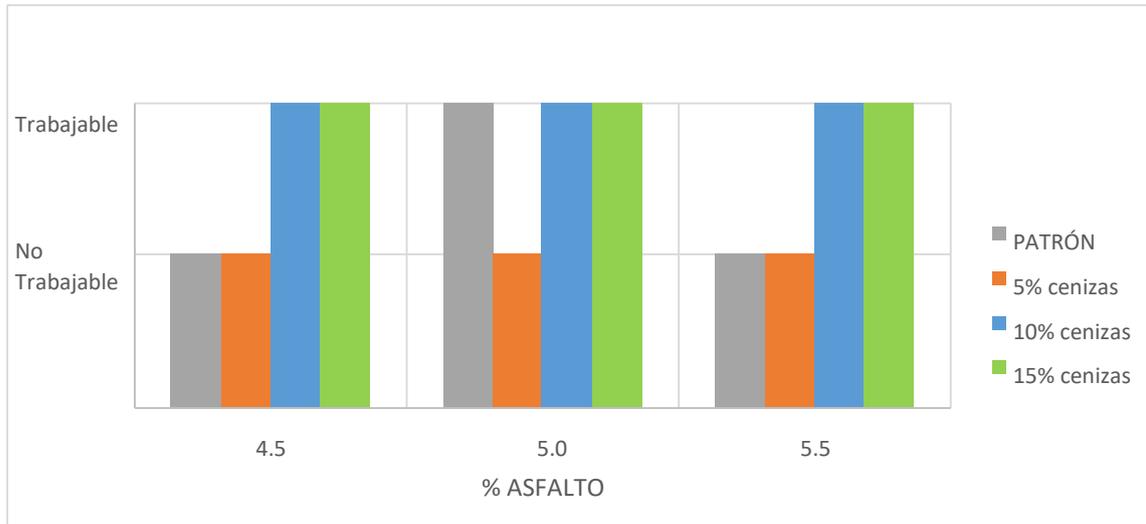
Describiendo si la mezcla asfáltica patrón y con 5%, 10%, 15% de cenizas de algas marinas es trabajable.

Cuadro N°09: Trabajabilidad de la mezcla asfáltica patrón y con % de cenizas de algas marinas

Cemento Asfáltico	Briqueta patrón	Briqueta 5% cenizas	Briqueta 10% cenizas	Briqueta 15% cenizas
4.5%	No trabajable	No trabajable	Trabajable	Trabajable
5.0%	Trabajable	No trabajable	Trabajable	Trabajable
5.5%	No trabajable	No trabajable	Trabajable	Trabajable

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos UCV-CHIMBOTE

Grafico N°05: Barras de trabajabilidad de la mezcla asfáltica patrón y con % de cenizas de algas marinas



Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos UCV-CHIMBOTE

Interpretación: Podemos observar que al utilizar el 4.5%, 5.0%, 5.5% de cemento asfáltico y 10%, 15% de cenizas de algas marinas, la trabajabilidad de la mezcla asfáltica se comportó homogéneamente entre sus agregados, cumpliendo con indicadores que determinan la buena trabajabilidad.

3.3.2.2 Impermeabilidad

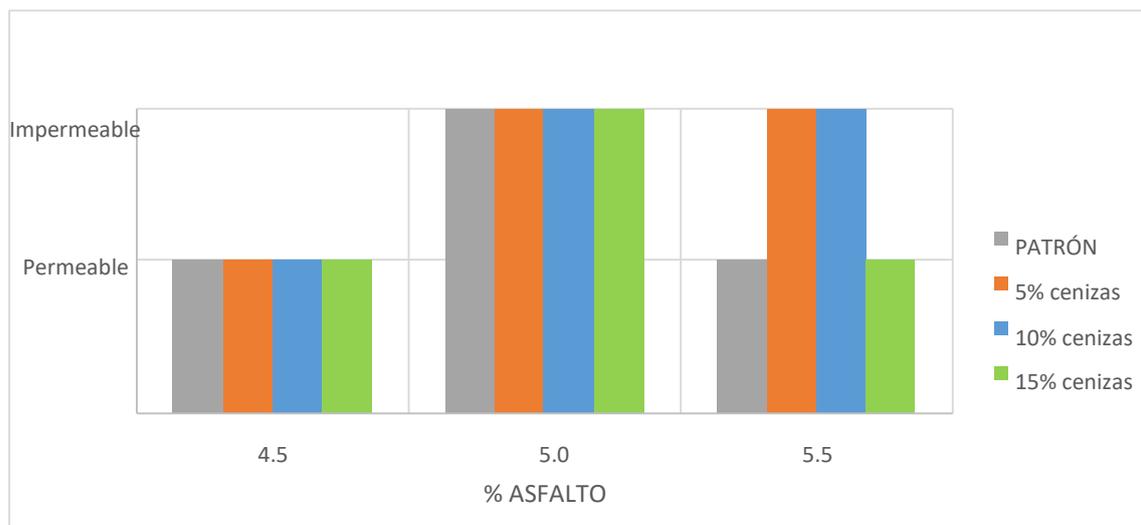
Describiendo si la mezcla asfáltica patrón y con 5%,10%,15% de cenizas de algas marinas es impermeable.

Cuadro N°10: Impermeabilidad de la mezcla asfáltica patrón y con % de cenizas de algas marinas

Cemento Asfáltico	Briqueta patrón	Briqueta 5% cenizas	Briqueta 10% cenizas	Briqueta 15% cenizas
4.5%	Permeable	Permeable	Permeable	Permeable
5.0%	Impermeable	Impermeable	Impermeable	Impermeable
5.5%	Permeable	Impermeable	Impermeable	Permeable

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos UCV-CHIMBOTE

Grafico N°06: Barras de Impermeabilidad de la mezcla asfáltica patrón y con % de cenizas de algas marinas



Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos UCV-CHIMBOTE

Interpretación: Podemos observar que al utilizar el 5.0% de cemento asfáltico con la mezcla asfáltica patrón y 5%, 10%, 15% de cenizas de algas marinas, la mezcla asfáltica contaba con porcentajes de vacíos, la cual estaba dentro de los parámetros establecidos, cumpliendo así los indicadores que determinan la impermeabilidad.

3.3.2.3 Durabilidad

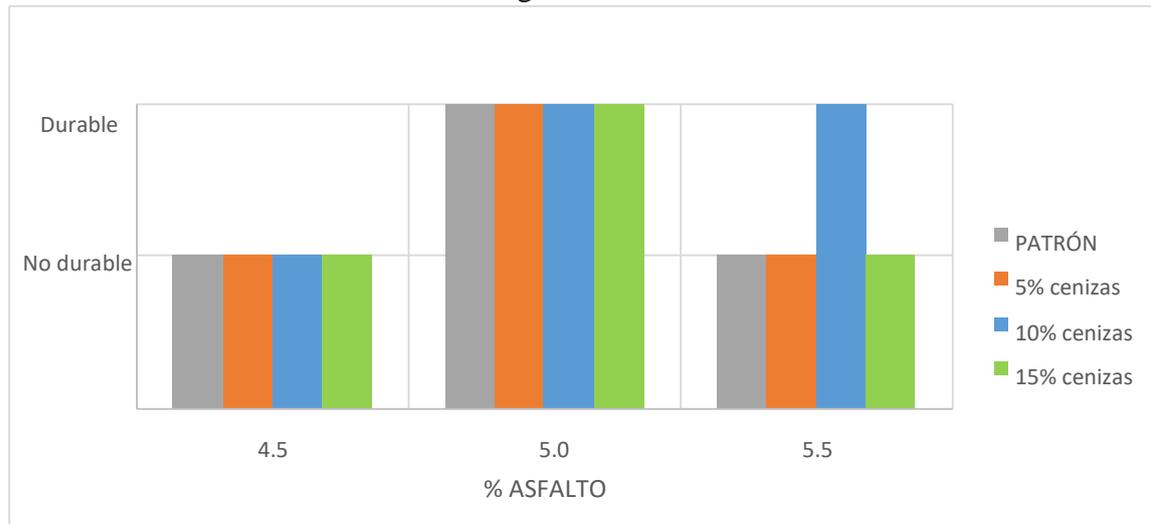
Describiendo si la mezcla asfáltica patrón y con 5%, 10%, 15% de cenizas de algas marinas es durable.

Cuadro N°11: Durabilidad de la mezcla asfáltica patrón y con % de cenizas de algas marinas

Cemento Asfáltico	Briqueta patrón	Briqueta 5% cenizas	Briqueta 10% cenizas	Briqueta 15% cenizas
4.5%	No durable	No durable	No durable	No durable
5.0%	Durable	Durable	Durable	Durable
5.5%	No durable	No durable	Durable	No durable

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos UCV-CHIMBOTE

Grafico N°07: Barras de Durabilidad de la mezcla asfáltica patrón y con % de cenizas de algas marinas



Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos UCV-CHIMBOTE

Interpretación: Podemos observar que al utilizar el 5.0% de cemento asfáltico con la mezcla asfáltica patrón y 5%, 10%, 15% de cenizas de algas marinas, la mezcla asfáltica está dentro de los parámetros establecidos, cumpliendo así los indicadores que determinan la durabilidad.

IV DISCUSIÓN

- En nuestra serie de ensayos, llama la atención el aumento positivo en las propiedades mecánicas y físicas gracias al ensayo térmico diferencial que se aplicó a las cenizas, teniendo en cuenta la investigación de Saval, José (2003) llegó a la conclusión que a 800 °C esta temperatura se comporta mejor con los agregados en la mezcla teniendo así un mejor desempeño en las características. Los autores también hemos llegado a determinar lo que manifiesta Saval Jose es positivo ya que en la muestra que llevamos al laboratorio nos dio los mismo resultados que las calcinación de las cenizas a 800 °C se encuentra un aumento positivo de las propiedades.
- Así mismo para el diseño de la mezcla asfáltica en caliente patrón y modificada realizando la granulometría, que nos dio una gradación MAC-2, el cual contrastamos con el manual de carreteras EG-2013-SECCIÓN teniendo en cuenta los parámetros porcentajes que pasa en la malla número ¾" debe estar al 100 % , en la malla número 1/2 " debe estar entre 80% - 100% , la malla número 3/8 " debe estar entre 70%- 80% , la malla número 4 debe estar entre 51% - 60 % , la malla número 10 debe estar entre 38%-52% , la malla número 40 debe estar entre 17%-28%, la malla número 80 debe estar 8%-17% y la última malla número 200 debe estar entre 3%-8%; las cuales nos ayudaron a tener una gradación homogénea para la mezcla patrón y modificada .
- Por consiguiente para determinar las propiedades físicas y mecánicas en la mezcla asfáltica en caliente; las cuales se cortejó con el alcance de los reglamentos MTC E 504 - ASTM D 1559, teniendo en cuenta el ensayo de Marshall se tiene los siguientes datos, que son, estabilidad 831.7 kg mínimo, la fluencia entre una relación de 2mm – 4mm, densidad 2.339gr/cc y el porcentaje de vacíos entre 3%-5% ; obteniendo como resultados en nuestros ensayos en una mezcla asfáltica en caliente con 5% C.A y 10% de cenizas valores de estabilidad de 1998kg , una fluencia de 3mm, una densidad de 2.359 gr/cc y un porcentaje de vacíos de 4.22%. teniendo un mejor desempeño de sus propiedades.
- Finalmente se obtuvieron dos muestras, una mezcla patrón y una modificada, que cumplieron con el requerimiento de las especificaciones técnicas, comparando

sus valores se discute que en sus propiedades mecánicas se tiene que una mezcla modificada (5% C.A y 10% cenizas), ofrece una estabilidad de 1998kg sobre una mezcla patrón con una estabilidad de 1880 kg, mencionando que mejora su capacidad de resistir ante deformaciones externas, en su fluencia se encuentra con 3 mm sobre 3.8 mm, teniendo una menor fluidez, haciendo que esta sea menos propensa a presentar una deformación permanente; sobre su densidad se tiene 2.359 gr/cc sobre 2.339 gr/cc, siendo esta más compacta, ya que presenta menos vacíos por el aumento de agregado fino en su mezcla y por ultimo su porcentaje de vacíos es de 4.22% sobre 5.17%, presentando un menor campo de vacíos en su mezcla siendo una mezcla impermeable.

V. CONCLUSIONES

1. Se determinó que a 800°C las cenizas presentan concentración de metales siendo las más altas el aluminio con 0.36% y el hierro con 0.18%.
2. Se determinó el diseño de la mezcla asfáltica en caliente patrón y modificada, obteniendo los porcentajes de cada agregado que se usó en la mezcla asfáltica, después de realizar una gradación la cual se obtuvo un MAC-2.
3. Se determinó las propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica patrón realizando el ensayo de Marshall, donde se obtuvo resultados viendo que el que cumplía con lo que pide la norma es usando 5%, teniendo una estabilidad de 1880 kg, una fluencia de 3.8 mm, una densidad de 2.339 gr/cc y un porcentaje de vacíos de 5.17 % dando esta como la muestra patrón ideal.
4. Se determinó las propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica modificada realizando el ensayo de Marshall, donde se obtuvo resultados viendo que el que cumplía con lo que pide la norma es usando 5% de cemento asfáltico y añadiendo 10% de cenizas de algas marinas, teniendo una estabilidad 1998 kg, una fluencia de 3 mm, una densidad de 2.359 gr/cc y un porcentaje de vacíos de 4.22% dando como a esta mezcla modificada una mejoría en sus propiedades.
5. Se determinó que la variación de las propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en caliente modificada de 5% de C.A y 10% cenizas en comparación con la mezcla asfáltica en caliente patrón con 5% C.A varía en un aumento en sus propiedades, teniendo una estabilidad de 1998kg sobre 1880kg, una diferencia de 118 kg, en su fluencia presenta una de 3mm sobre una de 3.8mm, teniendo un 0.8mm menos de fluidez, en su densidad presenta 2.359 gr/cc sobre 2.339 gr/cc una diferencia de 0.02 gr/cc y en porcentaje de vacíos tenemos 4.22% sobre 5.17%, una diferencia de 0.95%.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomiendan a los futuros investigadores:

Promover y extender más afondo la investigación de usar materiales orgánicos marinos (maruchas, conchas de abanico, residuos marinos, etc.) que nos ayudaran a conservar y cuidar nuestras zonas costeras, con la finalidad de usarlas como parte de una obra de infraestructura vial.

Realizar un estudio aplicativo algas marinas en sectores viales (trochas carrózales pista) o vías secundarias para verificar su verdadero comportamiento con cargas vehiculares.

Trabajar en mejorar el modelo de la mezcla asfáltica con respecto a los agregados grueso y fino para la determinación de una mezcla homogénea y la variación en la mejora de las propiedades.

Emplear porcentaje de algas marinas en un diseño de mezcla asfáltica en el cemento asfáltico verificando sus propiedades mecánicas.

Incentivar a empresas privadas y públicas en implantar la utilización de materiales orgánicos en obras de construcción.

VII. REFERENCIAS

1. AMAYA, Walter y Soto, Jorge. Evaluación de las propiedades mecánicas de una mezcla de asfalto discontinuación con adición de cemento portland. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Colombia: Universidad de Cartagena, 2015. 165 pp.
2. ARROYO, T. y Rodríguez, M. Análisis comparativo de diseños de mezclas asfálticas, empleando cemento asfáltico AC-20 y AC-30, utilizando agregados de la empresa Agremaca. Tesis (título de Ingeniero Civil). Colombia : Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo,2010. 225 pp.
3. ASPHALT INSTITUTE. Performance Graded Asphalt Blinder Specification and Testing Superpave No.1(SP-1). 1993.
4. AUBREY, Stimola Sulfur. Rosen Central: New York , 2007. 14 pp. ISBN: 978-1404219618
5. BELTRAN, Bacon. Química. 2.a . ed. Reverte s.a: Barcelona, 1988. 967pp. ISBN: 8429171835.
6. BENINI, Roberto, et.al. Refinación del Petróleo-Parte 1: Chile ,2011. 29 pp. ISBN: 978-987-98015-9-8.
7. BONO, Roser. Diseños cuasi experimentales y longitudinales. España: Universidad de Barcelona, 2010. 125 pp.
8. CEROFOLINI, Gianfranco, Laura Meda. Physical Chemistry of, in and on Silicon. SpringerVerlag: USA ; 1989 1pp .
9. BRITT, Jhon , The Complete Guide to High-Fire . Glazes : New York, 2009. 19pp. ISBN: 9781600592164
10. CHIQUITO, Aurora y Torres, Felix. Diseño de mezcla asfáltica en caliente empleando agregados de la cantera san Vicente de colonche y del río san Rafael de la provincia de Santa Elena utilizando el método Marshall. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Ecuador, 2015. Disponible en <http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2267/1/upse-tic2015003.pdf>.

11. CRESPI, Rafael, Santa Cruz, Ismael y Torres, Pablo. 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). San Salvador, 2012. Disponible en http://ri.ues.edu.sv/1796/1/TESIS_FULL_CORR.pdf.
12. DUBOIS, René. Introducción a la Refinación del petróleo. Universitaria: Buenos Aires, 2006, 302 pp.
ISBN: 9789502314808
13. FARNDON, John. Oxygen. Cavendish Square Publishing: New York, 1998. 5pp. ISBN: 9780761408796
14. FAJARDO, Luis y Vergaray, Douglas. Efecto de la Incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Perú: Universidad USMP, 2014. 234 pp.
15. GARCIA, Augusto. Pavimentos –Guía de laboratorio [en línea]. Perú: Universidad Continental [fecha de consulta: 4 de octubre de 2018]. Disponible en http://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/continental/3232/1/DO_FIN_105_GL_A0333_2017.
16. GARNICA, Paul, et al. Caracterización geo mecánica de mezclas asfálticas [en línea]. México: Los autores, 2005 [fecha de consulta: 15 de octubre de 2018]. Disponible en: <http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt267.pdf>.
17. GARZÓN, Elkin y Cárdenas, Álvaro. Variación de temperatura de los componentes de una mezcla densa en caliente tipo 3 con cemento asfáltico 80-100. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá, 2013. Disponible en http://repository.ucatolica.edu.co:8080/bitstream/10983/914/2/Variaci%C3%B3n%20temperatura-componentes-MDC_tipo3cemento%20asf%C3%A1lico_80-100.pdf.
18. GUILLOU et al. Diversity of picoplanktonic prasinophytes assessed by direct nuclear ssu rDNA sequencing of environmental samples and novel isolates retrieved from oceanic and coastal marine ecosystem, Protist 2004.
Disponible : <https://doi.org/10.1078/143446104774199592>.
19. LEMIEUX, A. A clade uniting the green algae Mesostigma viride and Chlorokybus atmophyticus represents the deepest branch of the Streptophyta in chloroplast

genomebased phylogenies ; licenciataro BioMed Central Ltd. 12 January 2007 .
Disponible:

<https://bmcbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1741-7007-5-2> .

20. MADRIMASD.Ciencia Marina y otros asuntos. España, 2010. Disponible:
https://www.madrimasd.org/blogs/ciencia_marina/2010/08/03/132032
21. MANUAL DE CARRETERAS, Especificaciones técnicas generales para construcción, Perú 2013. 1274 pp. Disponible: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4955.pdf.
22. MAPUA, Jeff. Chlorine . Enslow: New York, 2019 ,4pp. ISBN : 978-1978503632
23. MINE I, MenzelD, OkudaK Morphogenesis in giant-celled algae, Int Rev Cell Mol Biol., 2008. Disponible:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S193764480766002X>
ISBN: 978 0387190495
24. NAVARRO, José. Propuesta de diseño de mezclas asfálticas con adiciones PET. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Señor de Sipán. 2018, 179 pp.
25. OCHOA, Ana. Cartilla de pavimento asfáltico. Colombia ,2004.52 pp. ISBN: 958-33-63111
26. ORTIZ, Kerlly. Diseño de mezclas asfálticas con caucho sbr usando método Marshall. Tesis (Título de Ingeniera Civil). Zamborondón, 2016. Disponible en:
<http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/599/1/TESIS%20KERLLY%20ORTIZ%2016-09-2016%20mod%202%20final.pdf>.
27. RAMIREZ, Palma. 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, 2006. 125 pp.
28. REISEWITZ, (et al). Indirect food web interactions: sea otters and kelp forest fishes in the Aleutian archipelago. Communicated by Oswald Schmitz, 25 July 2005, EEUU. Disponible:http://www.otterproject.org/wpcontent/uploads/2012/05/Reisewitz_etal_20

06_Indirect_food_web_interactions_sea_otters_and_kelp_forest_fishes_in_the_aleutia
n_archipelago.pdf ISSN: 98195502

29. RICHARD, Beatty, Phosphorus (Elements). Cavendish Square Publishing: New York
2001 , 13pp.

ISBN: 9780761409465

30. RICHARD, M, et.al. Charophyte algae and land plant origins , 1 October 2004: USA.
Disponible: <https://kundoc.com/pdf-charophyte-algae-and-land-plant-origins-.html>.

31. RONDÓN, Hugo, et.al. Artículo de Investigación Comportamiento de una mezcla
asfáltica tibia fabricada en una planta de asfalto. Volumen 35. 2017.

ISSN: 2145-9371.

32. RODRIGUEZ, Danfer y Parimango, Nahum. Investigación de los asfaltos modificados
con el uso de caucho reciclado de llantas y su comparación técnico-económico con los
asfaltos convencionales. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Privada
Antenor Orrego, 2015. 233 pp.

33. RODRIGUEZ, Eric, et.al. Algas marinas del litoral de la región La Libertad, Perú. Scientia
Agropecuaria, 9(1) 71-81. 2018.

Disponible en:

<<http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/1735>>

34. SPRINGER, Science, Business Media. Organic Chemistry of Sulfur. S.Oae: New York
2012. 34pp.

ISBN: 9781468420494

35. SEVILLANO, Nestor, et al, Absorción acústica para probetas de pasta de cemento con
la adición de posidonia oceánica. Tesis (Título de Ingeniero Civil). España, 2005. 322
pp.

36. SALEM, Press. Encyclopedia of Science .Third: USA, 2019. 2pp. ISBN: 978 1 64265
056 3

37. SAVAL, José. Estudio del residuo de posidonia oceánica utilizada como adiciones en
morteros de cemento (Título de Ingeniero Civil). España, 2003. 299 pp.

38. TURMEL, Gagnon, et al. The Chloroplast Genomes of the Green Algae Pyramimonas, Monomastix, and Pycnococcus Shed New light on the Evolutionary History of Prasinophytes and the Origin of the Secondary Chloroplasts of Euglenids. *Mol Biol Evol.* 2009, Hawaii. 2009. Disponible: <https://watermark.silverchair.com/msn285.pdf?token>.
39. VÁSQUEZ, Mario y Flores, Cristian. Relación de las propiedades Marshall de estabilidad y flujo de una mezcla asfáltica en caliente, durante su colocación y posterior a la misma. Tesis (Título de magister en vialidad y transportes). Colombia: Universidad de Cuenca, 2017. 421 pp.
40. ZUÑIGA, Rosa. Laboratorio Nacional de Vialidad-Mezcla Asfáltica en caliente. Ministerio de Obras Publica, Chile. 2015. 65 pp.

ANEXOS

ANEXO N°01: Matriz de Consistencia.

ANEXO N°02: Informe de ensayo: Determinación de Metales.

ANEXO N°03: Informe Técnico de Ensayos Realizados en Laboratorio.

ANEXO N°04: Normas Manual de Ensayos de Materiales.

ANEXO N°05: Normas EG-2013-SECCIÓN 423.

ANEXO N°06: Panel Fotográfico.

ANEXO N°07: Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis.

ANEXO N°08: Formulario de Autorización para la Publicación electrónica de la Tesis.

ANEXO N°09: Autorización de la Versión Final del Trabajo de Investigación.

ANEXO N°01

MATRIZ DE

CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO:

Propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en caliente al adicionarle cenizas de algas marinas, Chimbote- Ancash-2019

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

La construcción de las carreteras depende de la duración y calidad de los materiales que lo componen, como el concreto asfáltico que es una emulsión derivada del petróleo y materiales pétreos (arena, grava). Desafortunadamente en nuestra localidad cuando diseñan un pavimento asfáltico recurren al uso de materiales alternativos, que pueden ser de menor calidad, siendo el principal causante del deterioro de las vías de transporte por causa de una inadecuada mezcla. Por otro lado, al momento de diseñar un pavimento asfáltico de excelente calidad y que tenga un desempeño a un tiempo lejano se puede ver afectado la parte económica, ya que por mayor y mejor calidad de materiales el presupuesto se elevaría. Por eso con el fin de mejorar el diseño del asfalto buscando soluciones que no afecten tanto en lo económico se realizará esta investigación

utilizando algas marinas aprovechando sus propiedades que presentan como el silicio, uno de los componentes que se necesita.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	DIMENSIONES E INDICADORES	JUSTIFICACION
<p>¿Cuál será la variación de las propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en caliente al adicionarle cenizas de algas marinas, Chimbote-Ancash 2019?</p>	<p>General: Determinar la variación de las propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en caliente al adicionarle cenizas de algas marinas, Chimbote-2019.</p>	<p>Mediante la adición de cenizas de algas marinas en el agregado fino se mejora las propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en caliente en comparación con una mezcla asfáltica en caliente patrón.</p>	<p>Propiedades mecánicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Gravedad específica: gr/cc -Estabilidad: N. -Fluencia: mm -Densidad y vacíos: porcentaje 	<p>La suplencia de este estudio tiene como finalidad darle un avance a la utilización de las algas marinas para optimizar la mezcla, siendo su problemática actual el desperfecto de la carpeta asfáltica en varias zonas pavimentadas y libranos de la proliferación de algas marinas utilizando un material natural.</p>
	<p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Determinar el análisis térmico diferencial. -Diseñar una mezcla asfáltica en caliente patrón. -Diseñar una mezcla asfáltica en caliente usando 5%,10% y 15% de cenizas de algas marinas. -Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente patrón. -Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente usando 5%, 10% y 15% de cenizas de algas marinas. 		<p>Propiedades físicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Diseño de mezcla asfáltica <p>Composición química de las cenizas de algas marinas:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Silicio -Fósforo -Azufre -Cloro -Clorato de Potasio -Oxido de Calcio 	

ANEXO N°02

INFORME DE

ENSAYO:

DETERMINACIÓN

DE METALES

INFORME DE ENSAYO

SL-IE-06052019-2

1. DATOS DEL CLIENTE

Cliente : JOSE PEREZ ORE
DNI : 71788336

2. FECHAS

Inicio : 23 de Abril 2019
Finalización : 03 de Mayo 2019
Emisión de informe : 06 de Abril 2019
Observaciones : —

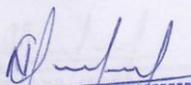
3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

Temperatura : 19.7°C
Humedad Relativa : 48 %

4. ENSAYO SOLICITADO Y METODO UTILIZADO

Ensayo solicitado : Determinación de Metales.
Método utilizado : ICP

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.


NOELYA MORÁN CORREA
QUÍMICA
CQP. 1281

5. DATOS DE LA MUESTRAS ANALIZADAS

E1: Extracto de Alga

RESUMEN DE RESULTADOS

Tabla N°1: Resultados de los ensayos para la muestra E1 (Extracto de Alga)

Metal	Unidad	Concentración
Aluminio, Al	%	0.36
Arsénico, As	%	AUSENCIA
Bario, Ba	%	0.005
Boro, B	%	0.009
Cadmio, Cd	%	AUSENCIA
Cobre, Cu	%	0.003
Cromo, Cr	%	AUSENCIA
Cobalto, Co	%	AUSENCIA
Hierro, Fe	%	0.18
Litio, Li	%	0.003
Manganeso, Mn	%	0.018
Níquel, Ni	%	0.003
Antimonio; Sb	%	AUSENCIA
Mercurio, Hg	%	AUSENCIA
Plomo, Pb	%	AUSENCIA
Silicio, Si	%	0.01

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.



NOELYA MORAN CORREA
QUÍMICA
CQP. 1281

ANEXO N°03

INFORME TÉCNICO

DE ENSAYOS

REALIZADOS EN

LABORATORIO

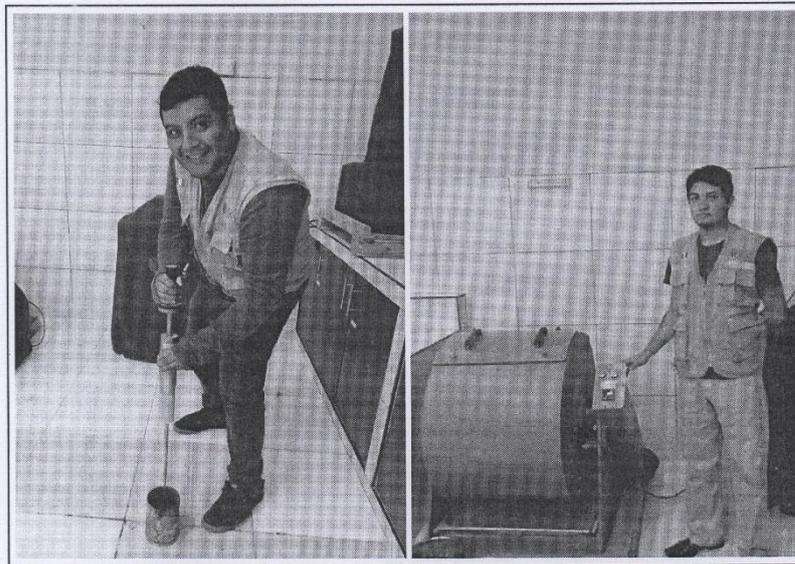


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

INFORME TÉCNICO DE ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE AL ADICIONARLE CENIZAS DE ALGAS MARINAS, CHIMBOTE – ANCASH - 2019”

Autor:

- Jefferson Matta Romualdo
- José Luis Pérez Oré

ABRIL DE 2019



Ing. Víctor Herrera Lazaro
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



ÍNDICE

I. GENERALIDADES

1.1. OBJETIVOS

II. LABORATORIO

2.1. ENSAYOS DE LABORATORIO

III. RESUMEN DE RESULTADOS

IV. CONCLUSIONES

ANEXO

ANEXO I : ENSAYOS DE LABORATORIO




Ing. Víctor Herrera Lázaro
CIP 714067 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe

I. GENERALIDADES

1.1. OBJETIVOS

El presente informe tiene por objetivo determinar las propiedades físico - mecánicas de los materiales empleados para el Proyecto de Investigación "PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE AL ADICIONARLE CENIZAS DE ALGAS MARINAS, CHIMBOTE – ANCASH - 2019", la evaluación fue realizada por medio de trabajos de ensayos de laboratorio; necesarios para definir la calidad de materiales a emplear.

Para alcanzar el objetivo principal, previamente se requiere lograr los siguientes objetivos secundarios:

- ✦ Realización de los ensayos estándares de laboratorio de mecánica de suelos y ensayos especiales.
- ✦ Elaboración de Ensayo Marshall.
- ✦ Interpretación de los resultados de los ensayos de laboratorio.

II. LABORATORIO

2.1. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos se realizaron según normas:

- Ensayos especiales de laboratorio de mecánica de suelos:
 - 01 Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente - Método Marshall (ASTM D1569)
 - 07 Estabilida y Flujo Marshall
 - 01 Equivalente de Arena (NTP 339.146)
 - 01 Caras Fracturadas (MTC E210)
 - 01 Partículas Chatas y Alargadas (NTP 400.040)
 - 01 Durabilidad con sulfato de Magnesio (ASTM C88)
 - 01 Abrasión Los Ángeles (NTP 400.019)
 - 03 Granulometría por Tamizado (ASTM D6913)

III. RESUMEN DE RESULTADOS

De los ensayos realizados en laboratorio, obtenemos los siguientes resultados:

Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.



Ing. Víctor Herrera Lázaro
CIP 216067 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe

• Agregado Grueso

Cuadro N°01: Ensayo de agregado grueso

Ensayo Realizado	Reglamento	Ensayo (%)
Índice de durabilidad	MTC E214	48.50
Durabilidad con Sulfato de Magnesio	MTC E209	3.12
Sales Solubles Totales	MTC E219	0.367
Con 1 cara fracturada	MTC E210	86.00
Con 2 o más caras fracturadas	MTC E210	53.00
Partículas chatas y alargadas	ASTM D4791	4.00
Abrasión los ángeles	MTC E207	14.44

• Agregado Fino

Cuadro N°02: Ensayo de agregado fino

Ensayo Realizado	Reglamento	Ensayo (%)
Angularidad del agregado	MTC E222	65.32
Índice de durabilidad	MTC E214	54.27
Sales Solubles Totales	MTC E219	0.372
Equivalente de arena	MTC E114	65

• Diseño Mezcla Asfáltica en Caliente (Método Marshall)

Cuadro N°03: Ensayo diseño de mezcla asfáltica

Descripción		Patrón	Adición de Cenizas de Algas Marinas		
			5%	10%	15%
Golpes de Capa	N°	75	75	75	75
A/C	%	5.1	5.1	5.1	5.1
Estabilidad	KN	1839	1828	2000	853
Flujo 0.25 mm	mm	3.9	3.9	3.1	6
Vacios Llenos de Aire	%	4.0	4.0	4.0	5.2
Vacios en el Agregado Mineral (VMA)	%	23.10	22.20	21.10	21.80
Vacios Lleno de Asfalto	%	64.90	69.50	69.10	66.20
Índice de Rigidez	kg/cm	3030	3100	3210	2652

Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe

IV. CONCLUSIONES

Basándose en los ensayos de laboratorio y el análisis correspondiente, se puede concluir lo siguiente:

➤ Agregados

- Los ensayos realizados a los agregados para el diseño de mezcla asfáltica cumplieron con los requerimientos mínimos según reglamento.

➤ Diseño de Mezcla Asfáltica (Método Marshall)

- Se determinó lo siguiente:

Cemento Asfáltico

Para la muestra patrón y las adiciones de algas marinas se obtuvo un 5.1% de cemento asfáltico.

Estabilidad

Se observa que los valores de la estabilidad en la muestra patrón y en las 3 diferentes adiciones de ceniza de algas marinas en las mezclas asfálticas, superan el valor de los 831 kg, parámetro mínimo según especificaciones técnicas.

Flujo

Se observa que los valores de la flujo en la muestra patrón y en las adiciones de 5% y 10% de cenizas de algas marinas en las mezclas asfálticas, están comprendidos en los parámetros de 2 - 4, a excepción de la adición de 15% que excede la especificación.

Vacios Llenos de Aire

Se observa que los valores de vacíos llenos de aire en la muestra patrón y en las 3 adiciones de cenizas de algas marinas en las mezclas asfálticas, están comprendidos en los parámetros de 3% - 5%, según especificaciones.

Vacios de Agregado Mineral (VMA)

Se observa que los valores de vacíos de agregado mineral (VMA) en la muestra patrón y en las 3 adiciones de cenizas de algas marinas en las mezclas asfálticas, superan el 14% min. de lo requerido en la especificación.

Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.



Ing. Victoria Herrera Lázaro
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe

Vacios Llenos de Asfalto

Se observa que los valores de vacios llenos de asfalto en las 3 adiciones de cenizas de algas marinas en las mezclas asfálticas, están comprendidos en los parámetros de 65% – 75%, según especificaciones; a excepción de la muestra patrón obteniendo un resultado de 64.9% con un margen mínimo de aceptación.

Índice de Rigidez

Se observa que los valores de índice de rigidez en la muestra patrón y en las 3 adiciones de cenizas de algas marinas en las mezclas asfálticas, están comprendidos en los parámetros de 2500kg/cm – 3500kg/cm, según especificaciones.

El análisis de los resultados se basó en los reglamentos vigentes.

- Manual de Carreteras – Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013
- Manual de Ensayos de Materiales (MTC-2016)



Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 216987 Jefe de Laboratorio

Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe

ANEXO I ENSAYOS DE LABORATORIO



Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe

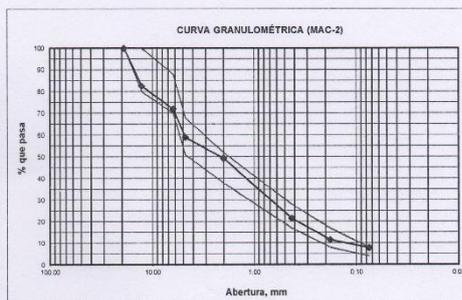
PROYECTO:	PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE AL ADICIONARLE CENIZAS DE ALGAS MARINAS, CHIMBOTE- ANCASH-2019	REGISTRO N°:	TS-GRA-01
SOLICITA:	JEFFERSON MATTA ROMUALDO - JOSÉ LUIS PÉREZ ORÉ	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA:	07/04/2019

ANÁLISIS MECÁNICO DE LOS AGREGADOS EXTRAIDOS DE MEZCLA ASFÁLTICA
MTC E503

1.- Granulometría

Peso Inicial Seco, [gr]	4320.30
Peso Lavado y Seco, [gr]	3981.80

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% Acumulado	% Pasa
1 1/2"	38.100			
1"	25.000			
3/4"	19.000	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	754.30	17.46	82.54
3/8"	8.250	456.60	28.03	71.97
N° 4	4.750	558.10	40.95	59.05
N° 10	2.000	415.40	50.56	49.44
N° 40	0.425	1205.70	78.47	21.53
N° 80	0.180	429.40	88.41	11.59
N° 200	0.075	162.30	92.16	7.84
FONDO		338.50		




Ing. Víctor Herrera Lazaro
 CIP 216047 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.

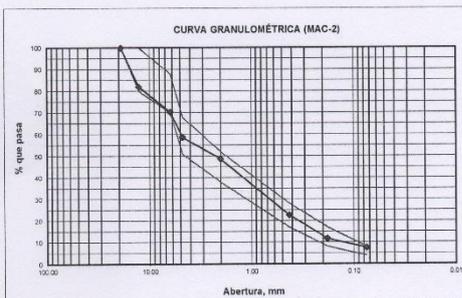
PROYECTO:	PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE AL ADICIONARLE CENIZAS DE ALGAS MARINAS, CHIMBOTE- ANCASH-2019	REGISTRO N°:	TS-GRA-02
SOLICITA:	JEFFERSON MATTA ROMUALDO - JOSÉ LUIS PÉREZ ORÉ	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA:	07/04/2019

ANÁLISIS MECÁNICO DE LOS AGREGADOS EXTRAIDOS DE MEZCLA ASFÁLTICA
MTC E503

1.- Granulometría

Peso Inicial Seco, [gr]	4625.30
Peso Lavado y Seco, [gr]	4278.40

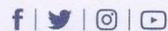
Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% Acumulado	% Pasa
1 1/2"	38.100			
1"	25.000			
3/4"	19.000	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	832.10	17.99	82.01
3/8"	6.250	540.60	29.68	70.32
N° 4	4.750	536.90	41.29	58.71
N° 10	2.000	462.40	51.28	48.72
N° 40	0.425	1205.50	77.35	22.65
N° 80	0.180	507.70	88.32	11.68
N° 200	0.075	193.20	92.50	7.50
FONDO		346.90		




Ing. Víctor Herrera Lazaro
 CIP 216897 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe

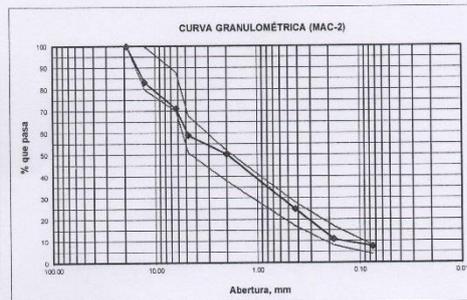
PROYECTO:	PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE AL ADICIONARLE CENIZAS DE ALGAS MARINAS, CHIMBOTE- ANCASH-2019	REGISTRO N°:	TS-GRA-03
SOLICITA:	JEFFERSON MATTA ROMUALDO - JOSÉ LUIS PÉREZ ORÉ	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA:	07/04/2019

ANÁLISIS MECÁNICO DE LOS AGREGADOS EXTRAIDOS DE MEZCLA ASFÁLTICA
MTC E503

1.- Granulometría

Peso Inicial Seco, [gr]	4652.30
Peso Lavado y Seco, [gr]	4302.40

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% Acumulado	% Pasa
1 1/2"	38.100			
1"	25.000			
3/4"	19.000	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	777.20	16.71	83.29
3/8"	8.250	562.50	28.80	71.20
N° 4	4.750	565.80	40.96	59.04
N° 10	2.000	402.50	49.61	50.39
N° 40	0.425	1186.60	75.12	24.88
N° 80	0.180	652.20	89.13	10.87
N° 200	0.075	155.60	92.48	7.52
FONDO		349.90		




Ing. Víctor Herrera Lazaro
CIP 216087
Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

PARTICULAS CHATAS, ALARGADAS ó PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS		
ASTM D-4791		
Proyecto	: PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE AL ADICIONARLE CENIZAS DE ALGAS MARINAS, CHIMBOTE- ANCASH-2019	Registro: TS-PCA-01
Solicita	: JEFFERSON MATTA ROMUALDO - JOSÉ LUIS PÉREZ ORE	Fecha: 08/04/2019
Ubicación	: Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash	
Cantera	: La Sorpresa	

Relación Dimensional	1 : 5
----------------------	-------

MATERIAL		AGREGADO GRUESO			PARTÍCULAS CHATAS		PARTÍCULAS ALARGADAS		PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS		PARTÍCULAS NI CHATAS, NI ALARGADAS		
		TAMIZ	Abertura	PESO (A) (Gr)	RETIENE (C) (%)	PASA (%)	PESO (E) (Gr)	(%)	PESO (F) (Gr)	(%)	PESO (G) (Gr)	(%)	PESO (H) (Gr)
(pulg)	(mm)												
3 "	76.200												
2 "	50.800												
1 1/2 "	38.100												
1 "	25.400												
3/4 "	19.050												
1/2 "	12.700	1995.0	54.86	45.14	204.30	6.82	200.30	6.68	119.30	3.98	1471.10	49.08	
3/8 "	8.750	1002.2	27.56	17.59	91.20	3.04	86.50	2.89	10.90	0.36	813.60	27.15	
1/4 "	6.350	359.1	9.87	7.71									
Nº 04	4.760	280.5	7.71										
Peso Total de la Muestra (B)		3 636.8											
Peso de la Muestra de Ensayo (D) (Retenido)		2 997.2											

RESULTADOS
(Promedio Ponderado)

PARTICULAS CHATAS	10 %
PARTICULAS ALARGADAS	10 %
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	4 %

Fórmulas:

$$\frac{\text{Partículas Chatas / Alargadas ó Partículas Chatas y Alargadas}}{\text{Partículas Chatas y Alargadas}} = \left[\left(\frac{E}{A} \times 100 \right) \times \left(\frac{A}{D} \times 100 \right) \right] / 100$$

Donde:

- | | |
|---|--|
| A Peso retenido en cada tamiz | F Partículas Alargadas |
| B Peso Total de la Muestra Agregado Granular | G Partículas Chatas y Alargadas |
| C % Retenido en la muestra total | H Partículas ni Chatas ni Alargadas |
| D Peso de la Muestra de Ensayo (Retenido 3/8") | |
| E Partículas Chatas | |


Ing. Victor Herrera Lazaro
 CIP 216087 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe



CARAS FRACTURADAS			
ASTM D-5821			
Proyecto	: PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALI	Registro:	TS-CF-01
	: AL ADICIONARLE CENIZAS DE ALGAS MARINAS, CHIMBOTE- ANCASH-2019	Página:	01 de 01
Solicita	: JEFFERSON MATTÁ ROMUALDO - JOSÉ LUIS PÉREZ ORÉ		
Ubicación	: Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash		
Cantera	: La Sorpresa	Fecha:	08/04/2019

Con 1 Cara Fracturada

Tamaño del Agregado		Muestra	Material con Caras Fracturadas	Caras Fracturadas	Retenido Gradacion Original	Promedio Caras Fracturadas
Pasa Tamiz	Ret. en Tamiz	(gr.)	(gr.)	(%)	(%)	
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1200	429.5	35.79	80.00	29
1/2"	3/8"	300	66	22.00	20.00	4
Total					100	33
Porcentaje Cara Fracturada					33%	

Con 2 o Mas Cara Fracturada

Tamaño del Agregado		Muestra	Material con Caras Fracturadas	Caras Fracturadas	Retenido Gradacion Original	Promedio Caras Fracturadas
Pasa Tamiz	Ret. en Tamiz	(gr.)	(gr.)	(%)	(%)	
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1200	626.6	52.22	80.00	41.77
1/2"	3/8"	300	162.2	54.07	20.00	10.81
Total					100.00	52.59
Porcentaje Cara Fracturada					53%	

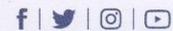
Partículas con 1 o más caras Fracturadas : 86%
 Partículas con 2 o más caras Fracturadas : 53%



Ing. Victor Herrera Lazaro
 CIP 216087 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO DE ABRASION DE LOS ANGELES

ASTM C-535

PROYECTO: PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE AL ADICIONARLE CENIZAS DE ALGAS MARINAS, CHIMBOTE- ANCASH-2019	Registro: TS-ABR-01
SOLICITA: JEFFERSON MATTA ROMUALDO - JOSÉ LUIS PÉREZ ORÉ	Página: 01 de 01
UBICACIÓN: Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash	Fecha: 12/04/2019

DATOS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Cantera La Sorpresa

USO DEL MATERIAL : Agregado Grueso

ABRASION DE LOS ANGELES	
Gradación empleada	B
Número de revoluciones	5000
Peso inicial (gr)	5008
Peso final N°12 (gr)	4285
Coefficiente de desgaste %	14.44%

PORCENTAJE DE DESGASTE :	14.44%
---------------------------------	---------------



Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe

ENSAYO DE DURABILIDAD CON SULFATO DE MAGNESIO
ASTM C- 88

PROYECTO: PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE AL ADICIONARLE CENIZAS DE ALGAS MARINAS, CHIMBOTE- ANCASH-2019	Registro: TS-DSM-01
SOLICITA: JEFFERSON MATTA ROMUALDO - JOSÉ LUIS PÉREZ ORÉ	Página: 01 de 01
UBICACIÓN: Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash	Fecha: 10/04/2019

DATOS DE LA MUESTRA

Procedencia de la Muestra : Cantera La Sorpresa

I. AGREGADO GRUESO - ANALISIS CUANTITATIVO

N°	Tamaño	%	Peso Requerido (gr)	Peso Inicial (gr)	Peso Final (gr)	Perdida de Peso (gr)	Perdida de Peso (%)	Gradación original (%)	Perdida Corregida (%)
1	2 1/2" a 1 1/2"		5000 ± 300						
	2 1/2" a 2"	60	3000 ± 300						
	2" a 1 1/2"	40	2000 ± 200						
2	1 1/2" a 3/4"		1500 ± 50						
	1 1/2" a 1"	67	1000 ± 50						
	1" a 3/4"	33	500 ± 30						
3	3/4" a 3/8"		1000 ± 10						
	3/4" a 1/2"	67	670 ± 10	670.0	647.0	23.0	3.43	52.2	1.792
	1/2" a 3/8"	33	330 ± 5	330.0	326.0	4.0	1.21	23.7	0.287
4	3/8" a N°4		300 ± 5	300.0	287.0	13.0	4.33	24.1	1.044
TOTALES								100.0	3.12%



Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 216687 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.

EQUIVALENTE DE ARENA		
ASTM D - 2419		
PROYECTO: PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE AL ADICIONARLE CENIZAS DE ALGAS MARINAS, CHIMBOTE- ANCASH-2019	Registro: TS-EQA-01	
SOLICITA: JEFFERSON MATTA ROMUALDO - JOSÉ LUIS PÉREZ ORÉ	Página: 01 de 01	
UBICACIÓN: Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash	Fecha: 12-4-2019	

DATOS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA Cantera La Sorpresa

DETERMINACION N°	1	2	3
Saturación (hora inicial)	12:00 AM	12:02 AM	12:04 AM
Saturación (hora final)	12:10 AM	12:12 AM	12:14 AM
Prueba de ensayo (hora inicial)	12:12 AM	12:14 AM	12:16 AM
Prueba de ensayo (hora final)	12:32 AM	12:34 AM	12:36 AM
Lectura - Arcilla retenida (pulg)	3.8	4.5	5.0
Lectura - Arena retenida (pulg)	3.2	2.5	2.7
Equivalencia de arena (%)	84.2	55.6	54.0
Equivalencia de arena promedio (%)	64.59		

EA =	65%
------	-----



Ing. Víctor Herrera Lazaro
CIP 716067 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe

ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO

MTC E222

PROYECTO:	PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE AL ADICIONARLE CENIZAS DE ALGAS MARINAS, CHIMBOTE- ANCASH-2019	
SOLICITA:	JEFFERSON MATTA ROMUALDO - JOSÉ LUIS PÉREZ ORÉ	
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash	Fecha: 28/03/2019

DATOS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA Cantera La Sorpresa
USO DEL MATERIAL Agregado Fino

Ensayo Angularidad de agregado fino		
1	Peso Material + Molde (grs)	250.20
2	Peso del Molde (grs)	90.00
3	Peso Neto del Material (grs)	150.00
4	Volumen del Molde (cc)	98.00
5	Peso Unitario (gr/cc)	1.40

AGREGADO FINO ASTM C 128 (MTC E 205)		
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco	302.5
B	Peso Frasco + agua	1200.1
C	Peso Frasco + agua + A	1502.6
D	Peso del Mat. + agua en el frasco	1401.7
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D	100.9
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C)	300.1
G	Vol de masa = E - (A - F)	98.5
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.974
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.998
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	3.047
	Absorción = ((A - F)/F)*100	0.80

ÁNGULARIDAD 65.32%


Ing. Víctor Herrera Lazaro
 R.P. 216167 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.


ucv.edu.pe

ÍNDICE DE DURABILIDAD MTC E214	
PROYECTO:	PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE AL ADICIONARLE CENIZAS DE ALGAS MARINAS, CHIMBOTE- ANCASH-2019
SOLICITA:	JEFFERSON MATTA ROMUALDO - JOSÉ LUIS PÉREZ ORÉ
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash Fecha: 03/04/2019

CANTERA: La Sorpresa (Agregado Grueso)

COMBINACIÓN DE AGREGADOS		Lectura			Promedio
		1	2	3	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm	0.07	0.07	0.08	
Hora de entrada agitación	h/m/s	09:00:00 a.m.	09:02:00 a.m.	09:04:00 a.m.	
Hora de salida de agitación (mas 10')	h/m/s	09:20:00 a.m.	09:22:00 a.m.	09:24:00 a.m.	
Hora de entrada a decantación	h/m/s	09:36:00 a.m.	11:42:00 a.m.	11:44:00 a.m.	
Hora de salida de decantación (mas 20')	h/m/s	12:00:00 p.m.	12:02:00 p.m.	12:04:00 p.m.	
Altura máxima de material fino	puig	3.80	3.80	3.80	
Índice de durabilidad	%	48.50	48.50	48.50	
Total				48.50	

CANTERA: La Sorpresa (Agregado Fino)

COMBINACIÓN DE AGREGADOS		Lectura			Promedio
		1	2	3	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm	1.75	4.75	4.75	
Hora de entrada agitación	h/m/s	10:00:00 a.m.	10:02:00 a.m.	10:04:00 a.m.	
Hora de salida de agitación (mas 10')	h/m/s	10:20:00 a.m.	10:22:00 a.m.	10:24:00 a.m.	
Hora de entrada a decantación	h/m/s	10:30:00 a.m.	10:32:00 a.m.	10:34:00 a.m.	
Hora de salida de decantación (mas 20')	h/m/s	10:50:00 a.m.	10:52:00 a.m.	10:54:00 a.m.	
Altura máxima de material fino	mm	5.51	5.12	4.72	
Altura máxima de arena	mm	2.76	2.36	3.15	
Índice de durabilidad	%	50.00	46.15	66.67	54.27
Total				54.27	



Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 216067 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe



SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTO FLEXIBLE
MTC E219

PROYECTO: PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE AL ADICIONARLE CENIZAS DE ALGAS MARINAS, CHIMBOTE- ANCASH-2019
SOLICITA: JEFFERSON MATTA ROMUALDO - JOSÉ LUIS PÉREZ ORÉ
UBICACIÓN: Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash **FECHA:** 08/04/2019

DATOS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA DE LA MUESTRA Canteras La Sorpresa

AGREGADO FINO

N° ENSAYOS	Lectura		
	1	2	3
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml)	52.70	52.52	52.51
(2) Peso de Tarro + Agua + Sal	90.22	90.10	91.09
(3) Peso de Tarro seco + Sal	52.90	52.70	52.55
(4) Peso de Sal (3-1)	0.20	0.18	0.04
(5) Peso del Agua (2-3)	37.40	37.80	38.60
(6) Porcentaje de sales %	0.535	0.476	0.104
(7) Porcentaje de Sal %	0.372		

AGREGADO GRUESO

N° ENSAYOS	Lectura		
	1	2	3
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml)	52.50	52.80	52.44
(2) Peso de Tarro + Agua + Sal	89.80	90.02	90.03
(3) Peso de Tarro seco + Sal	52.70	52.90	52.55
(4) Peso de Sal (3-1)	0.20	0.10	0.11
(5) Peso del Agua (2-3)	37.10	37.12	37.48
(6) Porcentaje de sales %	0.539	0.269	0.293
(7) Porcentaje de Sal %	0.367		



Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.

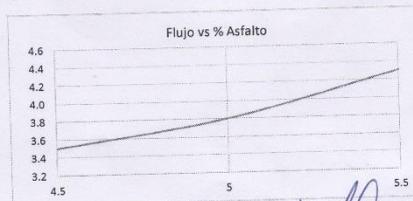
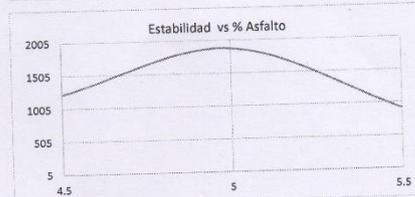
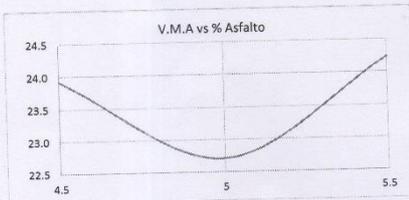
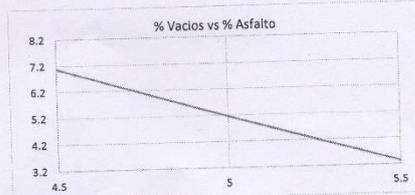
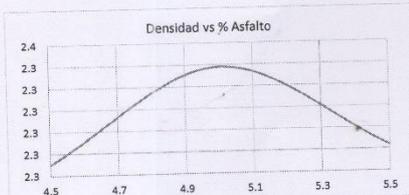


ucv.edu.pe

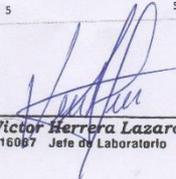
RESISTENCIAS DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO APARATO MARSHALL	
MTC E504	
PROYECTO: PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE AL ADICIONARLE CENIZAS DE ALGAS MARINAS, CHIMBOTE- ANCASH-2019	REGISTRO: TS-EMR-01
SOLICITA: JEFFERSON MATTA ROMUALDO - JOSÉ LUIS PÉREZ ORÉ	PÁGINA: 01 de 01
UBICACIÓN: Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash	FECHA: 16/04/2019
UNIDAD: Muestra Patrón	

Cuadro Resumen Ensayo Marshall

ITEM	*A.C.	DENSIDAD	RICE	VACIOS LLENO DE AIRE	V.M.A	VACIOS LLENOS DE ASFALTO	ESTABILIDAD	FLUJO	INDICE DE RIGIDEZ
	%	gr/cc		%	%	%	Kg.	mm	Kg/cm
1	4.5	2.295	2.591	7.1	23.9	54.0	1222.00	3.5	2945
2	5.0	2.339	2.576	5.2	22.7	68.3	1880.00	3.8	3084
3	5.5	2.302	2.544	3.3	24.2	71.5	928.00	4.3	2510
RESULTADO DE DISEÑO									
4	5.1	2.33		4.0	23.1	64.9	1839.54	3.9	3030
COMPROBACION DE DISEÑO									
5	4.5	2.307	2.580	6.4	24.4	57.2	1342.07	4.3	2955
6	5.1	2.324	2.565	3.8	23.2	64.7	1953.94	3.9	3032
7	5.5	2.29	2.557	3.4	23.2	71.8	936.25	4.2	2502
ESPECIFICACIONES TECNICAS									
				3 - 5	14 MIN	65 - 75	831,07 Kg, MIN	2 - 4	2500 - 3500



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.


Ing. Victor Herrera Lazaro
 CIP 216067 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe

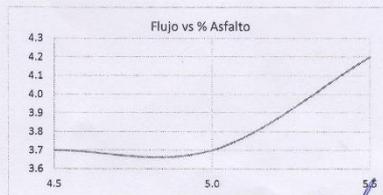
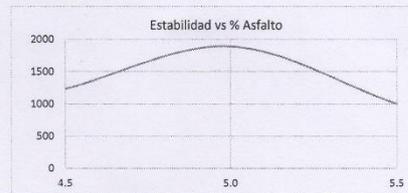
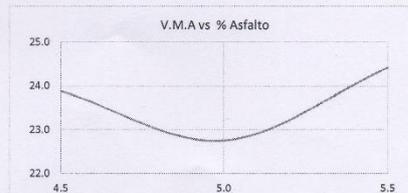
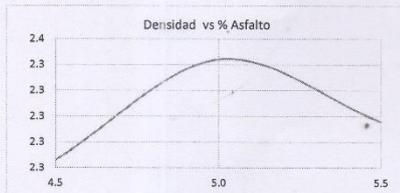


RESISTENCIAS DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO APARATO MARSHALL
MTC E504

PROYECTO: PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE AL ADICIONARLE CENIZAS DE ALGAS MARINAS, CHIMBOTE- ANCASH-2019	REGISTRO: TS-EMR-01 PÁGINA: 01 de 01
SOLICITA: JEFFERSON MATTA ROMUALDO - JOSÉ LUIS PÉREZ ORÉ	
UBICACIÓN: Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash	
UNIDAD: Muestra con 5% de cenizas de algas marinas	FECHA: 18/04/2019

Cuadro Resumen Ensayo Marshall

ITEM	*A.C.	DENSIDAD	RICE	VACIOS LLENO DE AIRE	V.M.A	VACIOS LLENOS DE ASFALTO	ESTABILIDAD	FLUJO	INDICE DE RIGIDEZ
	%	gr/cc		%	%	%	Kg.	mm	Kg/cm
1	4.5	2.303	2.612	7.0	23.9	53.5	1230.00	3.7	2954
2	5.0	2.342	2.588	5.1	22.8	67.2	1890.00	3.7	3096
3	5.5	2.318	2.563	3.4	24.4	70.3	1003.00	4.2	2522
RESULTADO DE DISEÑO									
4	5.1	2.34		4.0	22.2	69.5	1828.54	3.9	3100
COMPROBACION DE DISEÑO									
5	4.5	2.309	2.613	6.5	23.8	59.2	1550.32	3.7	2955
6	5.1	2.346	2.601	4.0	22.2	70.0	1830.34	3.9	3150
7	5.5	2.318	2.581	3.4	24.4	71.2	1111.32	4.2	2563
ESPECIFICACIONES TECNICAS									
				3 - 5	14 MIN	65 - 75	831.07 Kg, MIN	2 - 4	2500 - 3500



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Victor Herrera Lazaro
Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe

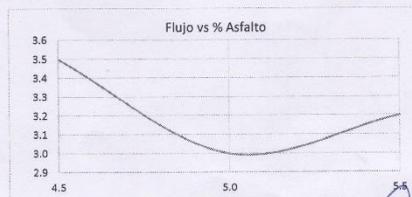
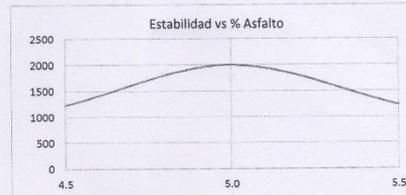
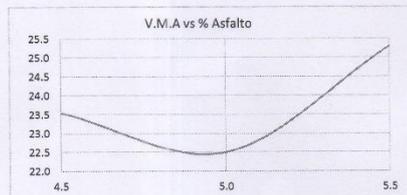
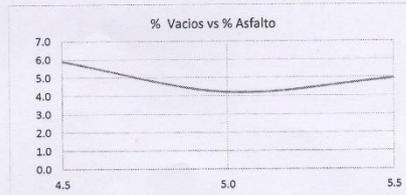
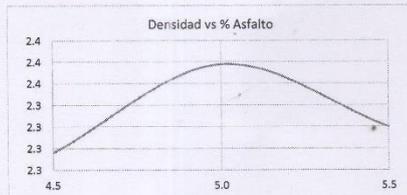
RESISTENCIAS DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO APARATO MARSHALL

MTC E504

PROYECTO:	PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE AL ADICIONARLE CENIZAS DE ALGAS MARINAS, CHIMBOTE- ANCASH-2019	REGISTRO:	TS-EMR-01
SOLICITA:	JEFFERSON MATTA ROMUALDO - JOSÉ LUIS PÉREZ ORÉ	PÁGINA:	01 de 01
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash	FECHA:	19/04/2019
UNIDAD:	Muestra con 10% de cenizas de algas marinas		

Cuadro Resumen Ensayo Marshall

ITEM	*A.C.	DENSIDAD	RICE	VACIOS LLENO DE AIRE	V.M.A	VACIOS LLENOS DE ASFALTO	ESTABILIDAD	FLUJO	INDICE DE RIGIDEZ
	%	gr/cc		%	%	%	Kg.	mm	Kg/cm
1	4.5	2.318	2.63	5.9	23.6	55.1	1230.00	3.5	3002
2	5.0	2.359	2.61	4.2	22.5	68.3	1998.00	3.0	3220
3	5.5	2.33	2.58	5.0	25.3	72.8	1233.00	3.2	2982
RESULTADO DE DISEÑO									
4	5.1	2.357		4.0	21.1	69.1	2000.00	3.1	3210
COMPROBACION DE DISEÑO									
5	4.5	2.347	2.591	4.6	22.9	63.5	1780.00	2.8	3110
6	5.1	2.358	2.601	4.0	21.1	68.6	1996.00	3.2	3231
7	5.5	2.331	2.581	3.2	25.1	72.5	1250.00	2.9	2998
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS									
				3'-5	14 MIN	65 - 75	831.07 Kg, MIN	2'-4	2500 - 3500



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.



Ing. Victor Herrera Lazaro
CIP 216087 Jefe de Laboratorio



ucv.edu.pe

RESISTENCIAS DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO APARATO MARSHALL

MTC E504

PROYECTO: PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE
 AL ADICIONARLE CENIZAS DE ALGAS MARINAS, CHIMBOTE- ANCASH-2019

REGISTRO: TS-EMR-01

SOLICITA: JEFFERSON MATTA ROMUALDO - JOSÉ LUIS PÉREZ ORÉ

PÁGINA: 01 de 01

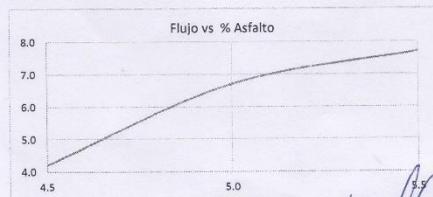
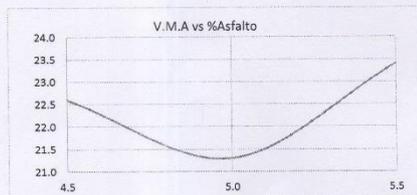
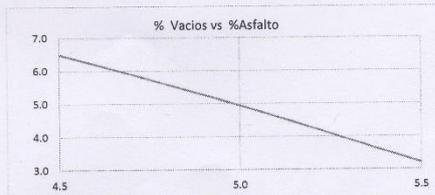
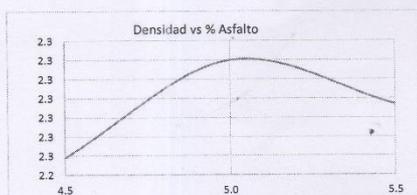
UBICACIÓN: Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash

FECHA: 21/04/2019

UNIDAD: Muestra con 15% de cenizas de algas marinas

Cuadro Resumen Ensayo Marshall

ITEM	*A.C.	DENSIDAD	RICE	VACIOS LLENO DE AIRE	V.M.A	VACIOS LLENOS DE ASFALTO	ESTABILIDAD	FLUJO	INDICE DE RIGIDEZ
	%	gr/cc		%	%	%	Kg.	mm	Kg/cm
1	4.5	2.249	2.6	6.5	22.6	76.20	749.0	4	2444.2
2	5.0	2.3	2.5	5.0	21.3	66.30	879.0	7	2511.3
3	5.5	2.277	2.5	3.2	23.4	71.50	742.0	8	2236.1
RESULTADO DE DISEÑO									
4	5.1	2.29		5.2	21.8	66.20	853.0	6	2652.4
COMPROBACION DE DISEÑO									
5	4.5	2.280	2.5	5.0	22.0	66.00	780.0	5	2447.3
6	5.1	2.31	2.5	5.2	21.9	66.50	885.0	6	2500.7
7	5.5	2.28	2.5	4.3	23.3	71.80	745.0	8	2189.2
ESPECIFICACIONES TECNICAS									
				3'- 5	14 MIN	65 - 75	831.07Kg, MIN	2'- 4	2500 - 3500



Somos la universidad de los que quieren salir adelante.


Ing. Víctor Herrera Lazaro
 CIP 716047 Jefe de Laboratorio

ucv.edu.pe

ANEXO N°04

**NORMAS MANUAL
DE ENSAYOS DE
MATERIALES**



PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles



MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES



Edición Mayo de 2016



MTC E 504

A. RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

1.0 OBJETO

- 1.1 Determinar a partir de la preparación y compactación de especímenes de mezcla bituminosa para pavimentación, de altura nominal de 64 mm y 102 mm de diámetro, el diseño de una mezcla asfáltica y calcular sus diferentes parámetros de comportamiento, por medio del método manual Marshall.

MTC E 505

B. PORCENTAJE DE VACIOS DE AIRE EN MEZCLAS ASFALTICAS COMPACTADAS DENSAS Y ABIERTAS

1.0 OBJETO

- 1.1 Determinar el valor del porcentaje de vacíos en mezclas bituminosas compactadas densas y abiertas.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 El porcentaje de vacíos, de mezclas bituminosas es usado como uno de los criterios tanto en los métodos de diseño, como en la evaluación de la compactación alcanzada en proyectos de pavimentos asfálticos.

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 ASTM 3203: "Standard Test Method for Percent Air Voids in Compacted Dense and Open Bituminous Paving Mixtures".

4.0 EQUIPO, MATERIALES Y REACTIVO

- 4.1 Equipos misceláneos

5.0 MUESTRA

- 5.1 Las muestras para este ensayo serán de mezclas compactadas en laboratorio y núcleos de mezclas compactadas obtenido en campo.

6.0 PROCEDIMIENTO

- 6.1 Para mezclas asfálticas densas. Se determina el peso específico aparente de la mezcla compactada mediante las normas MTC E 514 ó MTC E 506. Se determina el peso específico teórico máximo mediante la norma MTC E 508, sobre una mezcla asfáltica comparable para evitar la influencia de la diferencia de gradación, del contenido de asfalto, etc.

- 6.2 Para mezclas asfálticas abiertas. Se determina el peso unitario de una probeta, conformada en forma regular, de una mezcla asfáltica compactada, a partir de su peso seco (en gramos) y de su volumen (en cm³). Mídase la altura del espécimen con especial cuidado y precisión; así mismo mídase su diámetro en cuatro sitios diferentes y calcúlese su

promedio. Calcúlese el volumen de la muestra con base en la altura promedio y en la medida del diámetro. Calcular el volumen del espécimen basado en promedio de alturas y medidas de diámetros. Se convierte el peso unitario en peso específico aparente, dividiendo entre 0,99707 g/cm o 997,07 kg/m³, peso unitario del agua a 25 °C. Determinése el peso específico teórico máximo mediante la norma MTC E 508, sobre una mezcla asfáltica comparable, para evitar la influencia de diferencias en la granulometría, contenido de asfalto, etc.

6.3 Para Casos de frontera de una mezcla bituminosa será designado mezcla bituminosa de pavimento si los porcentajes de vacíos calculados estén basadas en el numeral 6.1 y 6.2 es 10% o más.

6.4 Para propósitos de arbitraje determine el peso específico bulk y la gravedad específica teórica máxima sobre porciones alícuotas de la misma muestra de mezcla compactada bituminosa de pavimento.

7.0 CALCULOS E INFORME

7.1 CALCULOS

7.1.1 Calcular el porcentaje de vacíos de una mezcla compactada bituminosa de pavimento como sigue:

Porcentaje de vacíos de aire = 100 x (1 – (pe bulk / pe teórico máximo))

8.0 PRECISION Y DISPERSION

8.1 PRECISION

8.1.1 La precisión del método depende de la precisión de los métodos de ensayo de gravedad específico bulk y gravedad específico teórico máximo, esta computarizado por un proceso descrito en la práctica D 4460. Desde la computarización para el porcentaje de vacíos en

7.1.1 involucra el cociente de gravedad específica bulk dividido por el cociente de la gravedad específica teórica máxima usada en la siguiente formula.

$$\sigma_{x/y} = \sqrt{\frac{\bar{Y}^2 \sigma_x^2 + \bar{X}^2 \sigma_y^2}{\bar{Y}^4}}$$

Donde:

$\sigma_{x/y}$ = desviación estándar para determinación de los límites de precisión de los resultados basados en los cocientes de los resultados de ensayos de los métodos MTC E-506, E-514, E-508.

X = Promedio “X” resultados de ensayo de gravedad específica bulk, método de ensayo MTC E-506; E-514.

Y = Promedio “Y” resultados de ensayo de gravedad teórica máxima, método de ensayo MTC E-508.

σ_x = Desviación estándar de X de los resultados de ensayos de gravedad específica bulk.

σ_y = Desviación estándar de Y de los resultados de ensayos de gravedad teórica máxima específica bulk.

8.1.2 Los criterios para juzgar y aceptar los resultados de porcentajes de vacíos se presentan de la siguiente forma.

	Desviación Estándar	Rango aceptable de dos resultados
Precisión del Operador	$\sigma_{x/y}$	$2,8 \sigma_{x/y}$

MTC E 506

C. GRAVEDAD ESPECÍFICA APARENTE Y PESO UNITARIO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS COMPACTADAS EMPLEANDO ESPECIMENES PARAFINADOS

1.0 OBJETO

1.1 Calcular el porcentaje de vacíos de aire dado en el método de ensayo MTC E 505.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

2.1 Este método de ensayo determina la gravedad específica aparente de especímenes de mezclas asfálticas compactadas cubiertas con parafina.

2.2 Este método debe emplearse con muestras que absorben más del 2% de agua por volumen tal como se determina en la sección 6.1.

2.3 Dado que la gravedad específica no tiene unidades, debe convertirse a la densidad cuando este tipo de medida se requiera. Esto se hace multiplicando la gravedad específica a una temperatura dada por la densidad del agua a la misma temperatura.

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

3.1 ASTM D 1188: “Standard Test Method for Bulk Specific Gravity and Density of Compacted Bituminous Mixtures Using Coated Samples”.

4.0 EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS

4.1 EQUIPOS

4.1.1 Balanza, con amplia capacidad y suficiente sensibilidad, que permita calcular las gravedades específicas de especímenes por lo menos con cuatro cifras significativas, esto es, al menos tres decimales. Se equipara con un aparato conveniente para permitir pesar el espécimen mientras se suspende en el agua. La balanza cumplirá la especificación D 4753 como una balanza GP2.

4.1.1.1 Ya que no hay más cifras significativas en el cociente (gravedad específica aparente) de las que aparecen tanto en el dividendo (la masa del espécimen en el aire) ó en el divisor (el volumen del espécimen, obtenido de la diferencia de la masa del espécimen en el aire y en el agua), esto significa que la balanza debe tener una sensibilidad capaz de proveer los valores de masa y volumen al menos de cuatro cifras, por ejemplo una sensibilidad de 0,1 g proveerá cuatro cifras significativas para la determinación de una masa en el rango de 130,0 a 999,9 g cuando la gravedad específica es de 2,300

4.1.2 Baño de agua, para inmersión del espécimen en agua mientras este suspendido, equipado con un orificio de evacuación para mantener el nivel constante del agua.

4.2 MATERIALES

4.2.1 Parafina.

4.2.2 Probeta de calibración, una probeta de aproximadamente 100 mm de diámetro por 60 mm de altura.

5.0 MUESTRA

5.1 Los especímenes de ensayo pueden ser moldeados de mezclas de laboratorio ó ser cortados del pavimento en obra. Las muestras de campo deben obtenerse de acuerdo con la práctica MTC E 501.

5.2 Tamaño de especímenes, se recomienda (1) que el diámetro de los especímenes cilíndricos moldeados y de núcleos, o que la longitud de los lados de especímenes cortados, sea al menos igual a cuatro veces el tamaño máximo del agregado y (2) que el espesor del espécimen sea al menos de una y media veces el tamaño máximo del agregado.

5.3 Tomar los especímenes del pavimento con taladro sacanúcleos, broca diamantina o sierra de diamante o de carburo de silicio, o mediante otros métodos apropiados.

5.3.1 Debe tenerse cuidado para evitar la distorsión, flexión o el agrietamiento de los especímenes durante y después de su remoción del pavimento o del molde. Almacénense los especímenes en un sitio frío y seguro.

5.3.2 Los especímenes deberán estar libres de materiales extraños, como los de la capa de sello o de liga, materiales de fundación, papeles u hojas. Cuando es visualmente evidente cualquiera de estos materiales, se removerán de acuerdo a

5.3.3 Si se desea, los especímenes podrán separarse de las restantes capas del pavimento aserrándolos o mediante otros métodos apropiados.

6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 Determine si el recubrimiento de los especímenes es necesario, para lo cual debe:

6.1.1 Determinar la gravedad específica aparente de un espécimen no cubierto de acuerdo al método de prueba MTC E 514.

6.1.2 Use los datos recopilados en 6.1.1 para calcular el porcentaje de agua absorbida por el espécimen (en base al volumen) como sigue:

$$\% \text{ agua absorbida} = \frac{B - A}{B - C} \times 100$$

Donde:

A = masa del espécimen seco en aire, g

B = masa del espécimen saturado superficialmente seco en aire, g
C = masa del espécimen en el agua, g.

6.1.3 Si el porcentaje de agua absorbida por el espécimen en la sección 6.1.2 excede 2%, continúe con el procedimiento indicado a partir del numeral 6.2. Si el porcentaje de agua absorbida por el espécimen no excede al 2%, reporte la gravedad específica aparente del espécimen sin recubrir como se determinó en 6.1.1.

6.2 Masa del espécimen descubierto, después que la muestra ha sido secada bajo un ventilador hasta que se obtenga su masa constante, determine la masa de la muestra. Designe esto como la masa A.

6.3 Masa del espécimen cubierto:

6.3.1 Cubrir el espécimen con parafina derretida lo suficientemente gruesa para sellar los vacíos superficiales. Déjese enfriar al aire a temperatura ambiente por 30 minutos, luego pese el espécimen. Designe esta masa como D.

6.3.2 Si se desea emplear el espécimen para ensayos posteriores que requieran la remoción de la parafina, deberá empolvase con talco antes de aplicar dicha capa.

6.3.3 La aplicación de la parafina puede completarse, enfriando el espécimen en una refrigeradora a la temperatura aproximada de 4,5 °C por 30 minutos y luego sumergiéndolo en parafina tibia, 5.5°C por encima del punto de fusión. Quizá sea necesario adicionar más parafina caliente con la finalidad de llenar cualquier agujero.

6.3.4 Masa del espécimen recubierto con parafina en agua, pésese el espécimen parafinado dentro de un baño de agua a 25°C y désígnese este peso como E.

6.3.5 Gravedad específica aparente de la parafina:

6.3.5.1 Determine la gravedad específica de una probeta de calibración de aluminio a 25 °C ± 1 °C determinando primero la masa en el aire y después bajo el agua. La gravedad específica es:

$$G_{al} = \frac{A_{al}}{A_{al} - B_{al}}$$

Donde:

A_{al}= masa seca de la probeta en el aire, g,

B_{al} = masa debajo del agua, de la probeta, g

6.3.5.2 Secar y cubrir la probeta de aluminio con parafina, determine la masa seca del espécimen al cubierto y la masa del espécimen cubierto debajo del agua.

6.3.5.3 Determine la gravedad específica de la parafina a 25 °C ± 1 °C :

$$F = \frac{D_{al} - A_{al}}{D_{al} - E_{al} - \frac{A_{al}}{G_{al}}}$$

Donde

D_{al} = masa seca de la probeta cubierta, g,

E_{al} = masa de la probeta cubierta debajo del agua, g.

6.4 Corrección por humedad

6.4.1 En el caso que el espécimen se ha obtenido durante la construcción o de un pavimento al existente y contiene humedad, es necesario corregir las masas determinadas en las secciones siguientes.

6.4.2 La humedad puede determinarse por uno de dos métodos:

6.4.2.1 Determine la masa original de la muestra. Luego secar la muestra no cubierta a una masa constante en un horno mantenido aproximadamente a una temperatura de 110 °C. Una masa constante es definida como la que tiene menos de un 0,05 % de cambio en la masa entre intervalos consecutivos de secado de 15 min. Designe esta masa seca como E_{seco} . La masa de la humedad $E_{húmeda}$ es:

$$E_{húmeda} = E_{original} - E_{seco} \text{ Donde:}$$

$E_{original}$ = masa del espécimen original, g, E_{seco} = masa secado en horno, g.

Sustraer $E_{húmedo}$ de cualquier determinación de masa en las secciones subsecuentes.

6.4.2.2 Alternativamente, determine la masa de la humedad en la muestra con el uso del método de prueba D 1461. Este método será usado si el material bituminoso de la mezcla contiene algún destilado volátil a una temperatura de 110 °C. La masa de la humedad se sustrae entonces de cualquier determinación de masa en las secciones siguientes.

7.0 CALCULOS E INFORME

7.1 CALCULOS

7.1.1 Calcular la gravedad específica aparente del espécimen cubierto como sigue:

$$\text{Gravedad Específica Aparente} = \frac{A}{D - E - \frac{(D - A)}{F}}$$

Donde:

A = masa del espécimen seco en el aire, g,

D = masa del espécimen seco cubierto, g,

E = masa del espécimen cubierto dentro del agua, g,

F = gravedad específica de revestimiento determinada a 25 °C.

7.1.2 Calcular la densidad del espécimen como sigue:

$$\text{Densidad} = (\text{Gravedad específica Aparente}) \cdot \gamma$$

Donde:

$$\gamma = \text{Densidad del agua a } 25 \text{ °C (} 997,0 \text{ kg/m}^3\text{)}.$$

7.2 INFORME

7.2.1 Reportar la siguiente información:

7.2.1.1 Método de Ensayo empleado para determinar la gravedad específica aparente.

7.2.1.2 Porcentaje de agua absorbida.

7.2.1.3 Gravedad específica de la parafina con tres cifras decimales.

7.2.1.4 Corrección de la humedad con cuatro cifras significativas.

7.2.1.5 Gravedad específica aparente a $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ Con cuatro cifras significativas.

7.2.1.6 Densidad con cuatro cifras significativas.

8.0 PRECISION Y DISPERSION

8.1 Los criterios para juzgar la aceptabilidad de los resultados obtenidos de la prueba de la gravedad específica aparente, obtenidos según este método de prueba están dados en la siguiente tabla:

Prueba y tipo indicada	Desviación estándar	Rango aceptable de dos Resultados de prueba (D2S)
Operador único	0,028	0,079
Laboratorio múltiple	0,034	0,095
1:10 Laboratorios, 2 materiales, 3 réplicas para el material 1 y 2 réplicas para el material 2		

8.2 Ya que no hay ningún material de referencia convenientemente aceptado para determinar la dispersión para el procedimiento de medir la densidad, no se ha hecho ninguna declaración de dispersión para este método de prueba.

MTC E 507

D. ESPESOR O ALTURA DE ESPECIMENES COMPACTADOS DE MEZCLAS DE PAVIMENTO ASFALTICO

1.0 OBJETO

1.1 Determinar el espesor (o altura) de los especímenes de mezclas compactada de pavimento bituminoso.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

2.1 El espesor de un pavimento de mezcla bituminosa compactada es a menudo empleado para asegurar que se haya colocado, según proyecto, la adecuada cantidad de materiales y para corregir la medida de la resistencia sobre especímenes de diámetro constante con alturas variables.

3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

3.1 ASTM D 3549: "Standard Test Method for Thickness or Height of Compacted Bituminous Paving Mixture Specimens".

4.0 EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS

4.1 EQUIPOS

4.1.1 Cualquiera de los siguientes dispositivos puede emplearse para medir el espesor de los especímenes de ensayo.

Nota 1. Además de la medición directa, el espesor del espécimen de ensayo puede determinarse como se describe en el numeral 6.3. a) Una regla o cinta metálica (wincha).

b) Un juego de calibradores.

c) Una guía u otro dispositivo, fabricado de tal manera que puedan medirse los espesores del espécimen de acuerdo con este procedimiento.

4.1.2 De acuerdo con los requerimientos, las unidades de medida y las subdivisiones serán como sigue:

a) Cuando se especifiquen pulgadas y fracciones, el aparato deberá medir hasta 1/16 pulg.

b) Cuando se especifiquen pulgadas y porciones decimales, el aparato deberá medir hasta 0,05 pulg.

c) Cuando se especifiquen porciones decimales de pies, el aparato deberá medir hasta 0,005 ft.

d) Cuando se especifiquen centímetros, el aparato deberá medir hasta 0,10 cm.

5.0 MUESTRA

5.1 Los especímenes de ensayo deberán provenir de pavimentos asfálticos recién compactados o que provengan del laboratorio.

5.2 Los especímenes de ensayos de pavimentos deberán tomarse con un taladro toma núcleos, con sierra de diamante, extractoras de testigos u otro método adecuado.

5.2.1 Las mediciones del espesor no deberán efectuarse sobre especímenes que se hayan distorsionado o agrietado al extraerlos del pavimento, de los moldes de compactación en el laboratorio o durante el almacenamiento, antes de medirlos.

5.2.2 Los especímenes deberán estar libres de materias extrañas como de la capa de sello, del material de fundación de suelo, de papel de filtro, de hojas u otros elementos.

5.2.3 Donde sea deseable, pueden separarse los especímenes de otras capas mediante corte y otros medios, teniendo en cuenta que se logre un plano bien definido de construcción.

6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 El espesor de especímenes con superficies relativamente planas o capas muy bien definidas, líneas de demarcación uniforme puede medirse con una cinta, regla o calibradores de acuerdo con lo siguiente:

6.1.1 Medir el espécimen o capa empleando cualquiera de los aparatos descritos en 4.1.1 con el intervalo aplicable más próximo, descrito en 4.2.1. Efectúense las mediciones aproximadamente en forma perpendiculares al plano superior del espécimen. Medir entre las superficies superior e inferior, entre una línea de demarcación de construcción bien definida y la superficie superior o inferior o entre dos líneas de demarcación de construcción, bien definidas.

6.1.2 Efectúense cuatro mediciones. Regístrese como espesor del espécimen, el promedio de estas medidas.

6.2 El espesor promedio de especímenes con superficies relativamente planas puede medirse por medio de guías de medidas u otros dispositivos adecuados, con tal que el dispositivo produzca resultados consistentes dentro de $\pm 0,05''$ ($\pm 0,13$ cm) de los obtenidos de acuerdo con el numeral 6.1

6.3 En especímenes de mezclas asfálticas densas para pavimento (menor de 10% de vacíos de aires), con bordes verticales uniformes, puede obtenerse el espesor dividiendo el volumen del espécimen entre el área de su sección transversal, de acuerdo con el procedimiento siguiente:

6.3.1 Determinar el área en cm^2 de un plano horizontal a través del espécimen aproximadamente equidistante de la superficie superior y de la inferior y aproximadamente perpendicular a sus lados verticales.

Nota 2. Son ejemplos los especímenes compactados en el laboratorio para el ensayo Marshall y los núcleos o especímenes cortados con taladros ó brocas diamantinas.

Nota 3. Especímenes cortados del pavimento con buriles sostenidos a mano u operados con motor, deberán pulirse mediante abrasión o con diamantes, para remover cualquier área distorsionada antes de medirlo

6.3.2 Determinar el volumen en cm^3 del espécimen mediante los métodos de ensayo D 1188 o D2726.

Nota 4. Con referencia a los métodos de las anteriores normas se tiene,

$$\text{Volumen} = \frac{D-E - \frac{(D-A)}{F}}{1} \text{ o } \frac{B-C}{1}$$

Donde el denominador es el peso unitario del agua en g/cm³, el cual se considera igual a la unidad para los fines de esta norma

6.3.3 Calcular el espesor promedio de espécimen en la siguiente forma:

$$\text{Espesor, cm} = \frac{\text{Volumen (cm)}^3}{\text{Area (cm}^2)}$$

7.0 CALCULOS E INFORME

7.1 CALCULOS

7.1.1 Calcular el espesor promedio de espécimen en la siguiente forma:

$$\text{Espesor, cm} = \frac{\text{Volumen (cm)}^3}{\text{Area (cm}^2)}$$

7.2 INFORME

7.2.1 Informar el espesor (o altura) del espécimen como el promedio determinado mediante cualquiera de los procedimientos descritos en los apartados 6.1 a 6.3 con aproximación al intervalo más próximo aplicable descrito en el numeral 4.2.1.

7.2.2 Indicar en el Informe, cuál de los tres procedimientos fue usado para determinar el espesor. Eso es medido por regla o calibrador (6.1), otro dispositivo (6.2), o calculado de volumen/área (6.3)

8.0 PRECISION Y DISPERSION

8.1 PRECISION

8.1.1 Unidades SI

Prueba y tipo de índice	Desviación Standard mm(1s)	Rango aceptable de 2 resultados de prueba. mm (d2s)
Medidas del diámetro^A		
Precisión de un solo operador	0,178	0,503
Precisión Multilaboratorio	0,254	0,718
Medidas de la altura^B		
Precisión de un solo operador		
Marshall SMA	0,229	0,648
Mezclas de Compactador Giratorio	0,102	0,288
Núcleos	0,584	1,652
Precisión Multilaboratorio		
Marshall SMA ^C	0,330	0,933
Mezclas de Compactador Giratorio	0,406	1,148
Núcleos	1,118	3,162

- A Quince operadores usando un rango de un dispositivo de medida, midieron el diámetro de 05 muestras (02 núcleos, 02 muestras de compactador giratorio y 01 Mezcla asfáltica compactada por el Método Marshall).
- B Veinte operadores usando un rango de dispositivos de medida, midieron las alturas de las mismas muestras.
- C SMA: Mezcla Asfáltica Marshall con matriz de piedra.

Tabla 1
Variabilidad del espesor de pavimento asfáltico

(Datos agrupados de un cierto número de informes)

Rango de espesor (")	Desviación estándar	Coefficiente de variación, %
1,0-1,9	0,21	14,7
2,0-2,9	0,29	13,0
3,0-3,9	0,37	11,3
4,0-4,9	0,53	12,5
6,0	0,75	12,5

MTC E 508

E. PESO ESPECIFICO TEORICO MAXIMO DE MEZCLAS ASFALTICAS PARA PAVIMENTOS

1.0 OBJETO

1.1 Determinar el peso específico teórico máximo de mezclas asfálticas para pavimento sin compactar. El método incluye también una versión de ensayo rápido para determinar el peso específico relativo, que puede emplearse en un laboratorio de terreno o de planta.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

2.1 Los pesos específicos teóricos máximos y las densidades de mezclas bituminosas para pavimentación son ambas propiedades fundamentales cuyos valores son influenciados por la composición de la mezcla en términos de tipos y cantidades de agregados y materiales bituminosos

2.2 El peso específico máximo es empleado en el cálculo de vacíos de aire en mezclas compactadas, así también para el cálculo de la cantidad de bitumen absorbido por el

agregado, y finalmente para proveer valores referenciales para la compactación de mezclas empleadas en pavimentación.

3.0 REFERENCIA NORMATIVA

3.1 ASTM D 2041: “Standard Test Method for Theoretical Maximum Specific Gravity and Density of Bituminous Paving Mixtures”.

4.0 AASHTO T 209: “Standard Method of Test for Theoretical Maximum Specific Gravity and Density of Hot Mix Asphalt Paving Mixtures”.

5.0 EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS

5.1 EQUIPOS

5.1.1 Recipiente. Se describen cuatro variantes de la técnica de saturación al vacío, empleando recipientes de diferentes tamaños y de un diseño funcional distinto. • Tipo A. Una taza de vidrio, plástico o de metal con una capacidad de por lo menos 2000 mL.

- Tipo B. Un frasco volumétrico con una capacidad de por lo menos 2000 mL.
- Tipo C. Un picnómetro de pared gruesa de vidrio de tamaño intermedio que tenga una Capacidad de aproximadamente de 4000 mL.
- Tipo D. Un picnómetro de plástico de tamaño grande que tenga una capacidad de por lo menos 4000 mL El tamaño del recipiente depende de los requerimientos para el tamaño mínimo de la muestra dados en el numeral 5 Los recipientes deberán ser suficientemente fuertes para resistir un vacío esencialmente completo y deberán tener tapas en la siguiente forma.
- Una tapa ajustada con empaquetadura de caucho y manguera de conexión, para emplear con la taza Tipo A.
- Un tapón de caucho con una manguera de conexión, para emplear con el frasco volumétrico Tipo B.
- Un conjunto adecuado de conexión de vacío consistente de un medidor de vacío, válvula de alivio, y tubo de conexión, además de un dispositivo de tapón para mantener regulación consistente del volumen, para emplear con el picnómetro Tipo C o D. Una pequeña pieza de malla fina de alambre que cubra la abertura de la manguera, disminuirá la posibilidad de pérdida de material fino. A causa del peso involucrado, aproximadamente 20 kilogramos, el recipiente para el picnómetro de mayor tamaño (Tipo D) deberá estar equipado con manijas adecuadas para facilitar el transporte y la agitación mientras se halla bajo vacío y para ayudar a la eliminación de burbujas. La construcción deberá permitir la observación visual de los efectos del vacío y de la agitación.

Nota 1. La sección del fondo de una olla de capacidad de 1,4 litros (1,5 cuartos de galón) de vidrio de borosilicato constituye una taza satisfactoria (Tipo A).

Nota 2. Se ha hallado que el plástico policarbonado es un material adecuado, cuando se fabrica apropiadamente, para picnómetros de plástico de tamaño grande (Tipo D). Los

ensayos han mostrado que este es seguro para emplear bajo vacío esencialmente completo dentro de un intervalo de temperatura desde 15 hasta 80° C.

5.1.2 Balanza. Debe tener capacidad amplia y sensibilidad suficiente para que el peso específico de muestras de mezclas no compactadas de pavimento pueda ser calculado al menos con cuatro cifras significativas (3 decimales). Para el método de la taza (Tipo A), la balanza deberá estar equipada con un dispositivo sostenedor adecuado de suspensión que permita pesar la muestra mientras se halle suspendida del centro del platillo de la balanza.

Nota 3. Puesto que no hay más cifras significativas en el cociente (peso específico) de las que aparecen ya sea en el dividendo (peso de la muestra en el aire) o en el divisor (el peso del agua desalojada), esto significa que la balanza debe tener una capacidad de lectura que proporcione pesos con al menos cuatro cifras. Recomendaciones específicas son: Una balanza que pueda pesar 1500 g con precisión de 0,1 g para la taza de 1000 mL (Tipo A) o para el frasco (Tipo B); una balanza que pueda pesar 10 kg con precisión de 0,5 g para el picnómetro de vidrio de 4000 mL (Tipo C); una balanza que pueda pesar 20 kg con precisión de 1 g para el picnómetro plástico de 10000 mL (Tipo D).

5.1.3 Bomba de vacío o aspirador de agua. Debe ser tal que pueda evacuar el aire del recipiente hasta una presión residual de 4,0 kPa (30 mm de Hg) o menos. (Preferiblemente de cero) Puede emplearse un aspirador de agua o bomba de vacío con menor capacidad para la versión rápida del ensayo (Apéndice A).

5.1.4 Manómetro o medidor de vacío. Será adecuado para medir el vacío especificado.

5.1.5 Baño con agua. Para los tipos A y B o para los recipientes de Tipo C, deberá emplearse un baño de temperatura constante (entre 20 y 30° C) de tamaño adecuado al recipiente. Para los picnómetros plásticos de tamaño grande, Tipo D, no se necesita baño de agua. Cuando se emplea la técnica de pesar dentro del agua (6.2.4), se necesita un baño de agua para la inmersión del recipiente suspendido y de la muestra desaireada.

5.1.6 Equipo misceláneo. Se recomienda un dispositivo adecuado (frasco Erlenmeyer) instalado en la línea para evitar que el agua entre a la bomba de vacío. Igualmente, el uso de un grifo de giro de plástico, en la línea adyacente al frasco o al picnómetro, disminuirá la pérdida del agua durante la agitación y proporcionará una desconexión rápida en caso de que se forme espuma o de funcionamiento deficiente. Para emplear con recipientes de vidrio, se requiere una esterilla de caucho o de plástico resistente como precaución de seguridad para evitar impacto sobre una superficie dura mientras están bajo vacío.

6.0 MUESTRA

6.1 El tamaño de la muestra deberá estar de acuerdo con los siguientes requerimientos. Muestras mayores que la capacidad del recipiente pueden ensayarse en una porción cada vez.

Tamaño de la partícula de mayor tamaño en la muestra Mm(pulg)	Muestra mínima (g)
50,0 (2)	6000
37,5 (1 1/2)	4000
25,0 (1)	2500
19,0 (3/4)	2000

Tamaño de la partícula de mayor tamaño en la muestra Mm(pulg)	Muestra mínima (g)
12,5 (1/2)	1500
9,5 (3/8)	1000
4,75 N° 4)	500

7.0 PROCEDIMIENTO

7.1 CALIBRACION DEL FRASCO Y DE LOS PICNOMETROS

7.1.1 Calíbrese el frasco volumétrico (Tipo B) determinando adecuadamente el peso del agua a $25 \pm 0,5$ C requerido para llenarlo exactamente, lo cual debe asegurarse mediante el empleo de una placa de vidrio que sirve de cubierta. Para el método de pesar en agua (numeral 6.2.4), debe calibrarse el frasco (Tipo B) para permitir el ajuste por temperatura determinando su peso sumergido en agua en el intervalo de las temperaturas del baño que probablemente se encontrarán en servicio, como se muestra en la Figura 1.

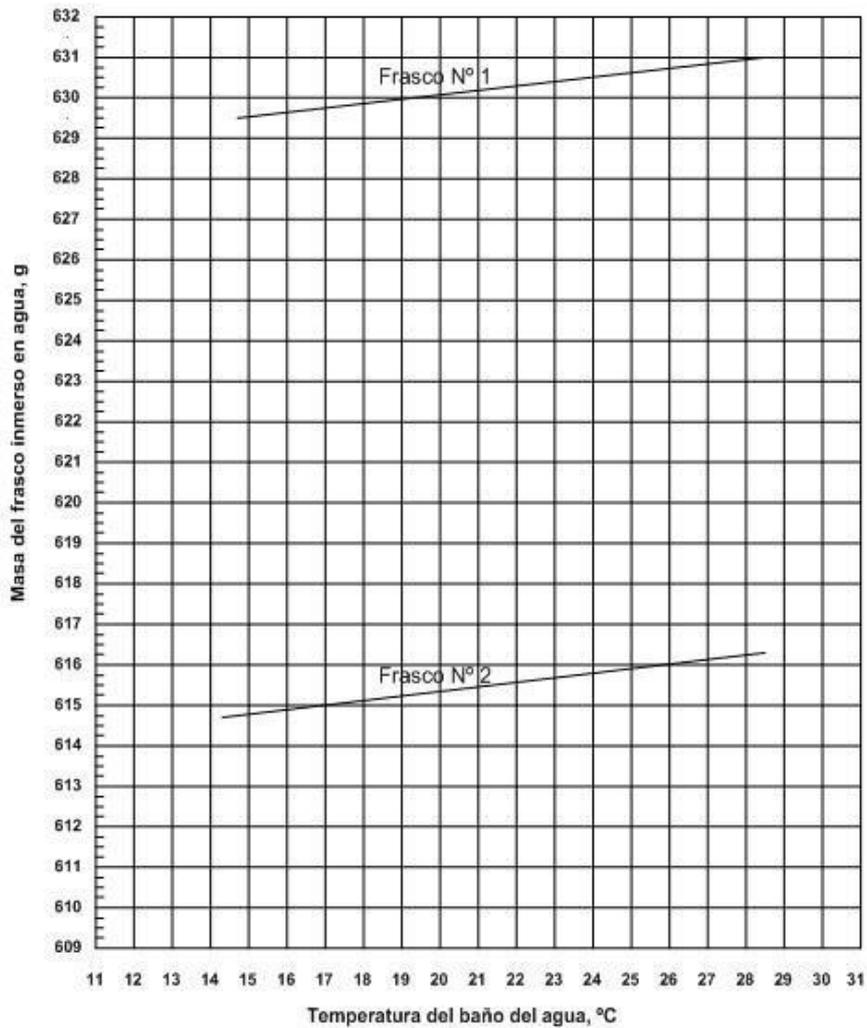


Figura 1. Ejemplo de curva de calibración para un frasco volumétrico

7.1.2 Calíbrese el picnómetro de pared gruesa de vidrio o de metal (Tipo C) determinando exactamente el peso del agua a $25 \pm 0,5^\circ \text{C}$ requerida para llenarlo. Permítase que algo del agua rebose a través del tubo capilar mientras se inserta el tapón. Asegúrese de que el tubo capilar esté lleno hasta la parte superior y que no se presenten burbujas de aire después de que el picnómetro de vidrio se mantenga sumergido en el baño de agua de temperatura constante durante una hora.

7.1.3 Calíbrese el picnómetro plástico de tamaño grande (Tipo D) determinando exactamente el peso del agua requerido para llenarlo en un rango de temperatura de 20 a 65°C y elabórese una curva de calibración de peso contra temperatura como se muestra en la Figura 2.

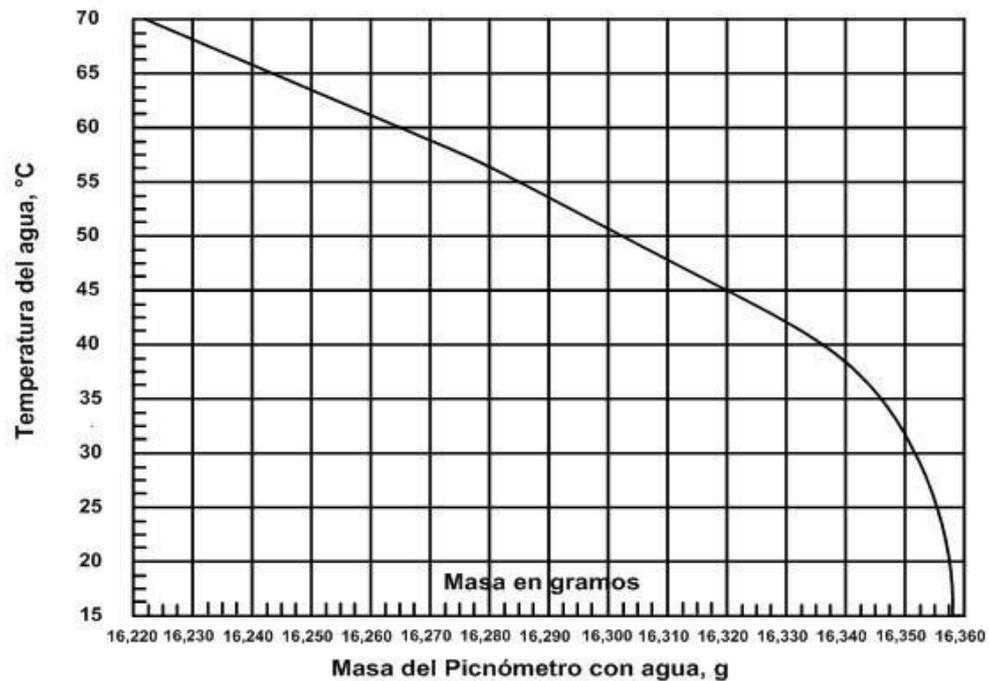


Figura 2. Ejemplo de curva de calibración para el picnómetro D

Debe tenerse cuidado de seguir exactamente el mismo procedimiento para la calibración que el seguido para el ensayo. El tapón en forma de domo se cierra y se coloca en el picnómetro (Tipo D) casi lleno con agua. Déjense sin llenar alrededor de 50 milímetros. Debe facilitarse la expulsión de las burbujas de aire aplicando vacío y sacudiendo, dejando caer el picnómetro primero sobre un lado y luego sobre el otro (Tipo D) alrededor de 10 mm sobre la superficie del banco.

Esta aplicación de vacío y el procedimiento de eliminar burbujas deberán tomar alrededor de 10 minutos, de tal manera que el equilibrio de temperatura entre la cubierta y el agua se aproxime a la que se tenga durante la ejecución del ensayo. El agua final es entonces vertida suavemente hasta que el nivel se halle alrededor de la mitad del cuello. Todas las burbujas de aire recogidas contra el domo que no pudieran eliminarse mediante sacudidas o giros del agua deben deshacerse o empujarse hacia la superficie con un alambre doblado. Insértese el tapón con ventilación empleando fuerza suficiente apenas para asentarlos e inmediatamente, límpiense el exceso de agua de la parte superior. El exterior del picnómetro (Tipo D) se seca entonces, se pesa el picnómetro completo y se mide la temperatura del agua. Se expende (recta de incremento de peso del picnómetro Figura 3)

Nota 4. La forma de la curva de calibración es una función de dos factores opuestos que pueden definirse racionalmente. A medida que la temperatura aumenta, el recipiente mismo se expande (se agrega peso a la línea de picnómetro de la Figura 3) y disminuye el peso unitario del agua contenida (resultando pérdida de peso en la "curva del agua" en la Figura 3). Estas relaciones se muestran en la Figura 3 para un picnómetro típico de tamaño grande (Tipo D).

La "curva" para el agua puede construirse multiplicando el volumen a 25 °C por la diferencia entre el peso unitario del agua a 25 °C, el cual es 0,9970, y el correspondiente a la temperatura de calibración.

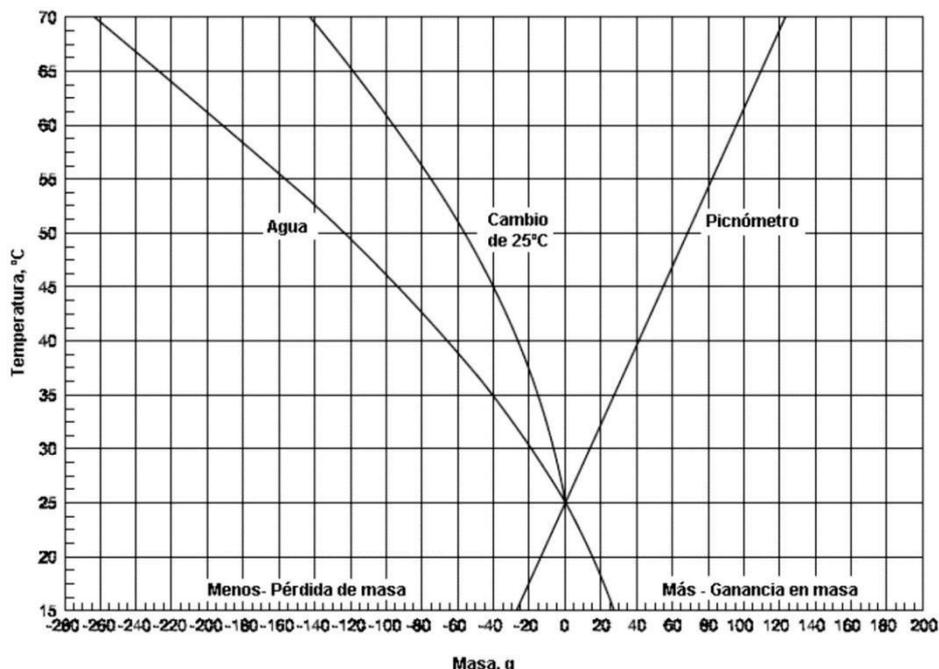


Figura 3. Efecto del cambio en densidad del agua y volumen del picnómetro (D) con el cambio de temperatura.

Diferencia debida a la expansión del agua = $v_{25} (0,9970 - d_w)$

$$V_{25} = \frac{W_{25}}{0,9970}$$

Puesto que $v_{25} (0,9970 - d_w)$ se reduce a $W_{25} \left[1 - \frac{d_w}{0,9970} \right]$

Donde:

$$V_{25} = \frac{W_{25}}{0,9970}$$

Donde:

V_{25} = Volumen de agua para llenar el recipiente a 25 °C, cm^3 .

W_{25} = Peso de agua para llenar el recipiente a 25 °C g.

d_w = Peso unitario del agua a la temperatura de calibración Mg/m^3

La velocidad de cambio en la capacidad del recipiente debido a la expansión térmica del picnómetro mismo es esencialmente constante dentro del intervalo de temperatura de 20 a 65 °C. De esta manera, la línea del picnómetro en la Figura 3 puede dibujarse de 0 a 25 °C conociendo únicamente la relación de pendiente de la línea recta. La pendiente puede establecerse promediando al menos 5 pesadas de calibración a alguna temperatura elevada,

agregando la pérdida debida a la expansión del agua y quitando el peso a 25 °C, W , para proporcionar la ganancia en capacidad debida a la expansión del recipiente. La diferencia en el peso dividida entre la diferencia en la temperatura es la pendiente de la línea del picnómetro. Para un picnómetro policarbonado de alrededor de 13500 mL de capacidad, la pendiente establecida así fue de 2,75 g/°C. Se considera que esta es típica y razonablemente constante. La inclinación de la curva de calibración (Figura 2) debida a estos factores térmicos compensatorios disminuye así el error experimental debido a los efectos de temperatura en el intervalo normal de trabajo, 25 °C, tanto para los frascos volumétricos (Tipo B), como para los recipientes picnómetros (tipos C y D). La definición de la curva de calibración hace posible corregir por temperatura en lugar de "llevar a una temperatura", eliminando en esta forma el costo del baño de agua y haciendo factible mejorar la precisión para ensayar muestras más grandes y para reducir el tiempo del ensayo.

7.1.4 Mientras que la calibración del frasco (Tipo B) o de cualquiera de los picnómetros (tipos C ó D) necesita efectuarse tan solo una vez, la calibración deberá comprobarse ocasionalmente, particularmente a 25 °C. El equipo debe mantenerse limpio y libre de cualquier acumulación que pueda cambiar el peso del volumen de calibración si este ha de mantenerse constante. Debe tenerse cuidado de emplearse solventes adecuados, especialmente con recipientes plásticos y los vasos de vidrio no deberán someterse a un vacío elevado si se han rayado o han sufrido cualquier clase de daño.

7.2 PROCEDIMIENTO PROPIAMENTE DICHO:

7.2.1 Sepárense las partículas de la muestra teniendo cuidado de no fracturar las partículas minerales, de tal manera que las de la porción fina del agregado no sean mayores de 6,3 mm. Si la mezcla no está suficientemente floja para separarla manualmente, colóquesela en una cubeta grande y plana y caliéntese en un horno hasta que pueda manipularse. Véase también el Apéndice A para el manejo manual alternativo posible, con el picnómetro plástico de tamaño grande (Tipo D).

7.2.2 Enfríese la muestra hasta la temperatura ambiente, colóquese en un recipiente y pésese. Désígnese el peso neto de la muestra como A , agréguese agua suficiente aproximadamente a 25 °C para cubrir la muestra. Con el picnómetro plástico de tamaño grande (Tipo A, B, C, D,), la muestra no tiene que ser enfriada y el agua agregada a cualquier temperatura conveniente puede llevarse hasta alrededor de la mitad del domo de la tapa para disminuir el tiempo de evacuación.

7.2.3 Remuévase el aire atrapado sometiendo todos los contenidos a un vacío parcial de 30 mm de Hg (4 kPa) o menor de presión absoluta, durante un período de 5 a 15 minutos (véase numeral 5). Un vacío parcial de 4 kPa (30 mm de Hg) de presión absoluta es aproximadamente equivalente a 730 mm de Hg de lectura sobre un medidor de vacío al nivel del mar. Agítese el recipiente con los contenidos, ya sea continuamente mediante un dispositivo mecánico o manualmente mediante agitación vigorosa, a intervalos de alrededor de dos minutos. Los vasos de vidrio deben manipularse sobre una superficie resistente, tal como caucho o esterilla plástica, y no sobre una superficie dura, para evitar impacto mientras esta bajo vacío. El vacío puede aplicarse y disminuirse gradualmente empleando la válvula de sangría.

Nota 5. Mezclas pobres requieren menor tiempo y ricas pueden requerir mayor tiempo o agitación, o ambos. En general, es mejor requerir un mínimo de tiempo para disipar todo el

aire libre. Tiempo adicional puede inducir a error debido al agua adquirida bajo la superficie asfáltica (numeral 8). Para una mezcla dada, puede establecerse el óptimo del tiempo mediante una reducción tentativa de tanteo del tiempo de ensayo hasta que una reducción posterior produzca pesos específicos más bajos. 7.2.4 Inmediatamente después de la remoción del aire atrapado (numeral 6.2.1), procédase a una de las siguientes determinaciones:

Peso en agua. Suspéndase el recipiente que se esté utilizando con su contenido, sea la cubeta (Tipo A) o el frasco (Tipo B), dentro del baño de agua y determínese su peso después de una inmersión de 10 ± 1 minuto. Mídase la temperatura del baño y si fuere diferente de 25 ± 1 °C, corriójase el peso a 25 °C empleando el ajuste por temperatura de calibración desarrollado en el numeral 6.1.1. Désígnese el peso neto de la muestra en el agua a 25° C como C. Mediciones con el picnómetro a 25 °C. Llénese el frasco (Tipo C) o el picnómetro (Tipo D, E, ó F,) con agua y llévense sus contenidos a una temperatura de 25 ± 1 °C en el baño de agua. Determínese el peso de recipiente C y los contenidos, completamente llenos de acuerdo con el numeral 6.1.2, 10 ± 1 minuto después de completar lo dispuesto en el numeral 6.2.3.

Désígnese este peso como E. Picnómetro plástico de tamaño grande (Tipo I). Llénese el picnómetro con agua de aproximadamente la misma temperatura que los contenidos, insértese el tapón con respiradero y séquese el exterior empleando la misma técnica que en el numeral 6.1.3. El tiempo transcurrido para verter suavemente el agua final y para el secamiento debe ser el mismo que el tiempo de calibración dentro de ± 1 minuto. Determínese el peso del picnómetro completamente lleno y désígnese este peso total como G. Remuévase el tapón ventilado y regístrese la temperatura del agua.

8.0 CALCULOS E INFORME

8.1 CALCULOS

8.1.1 Calcúlese el peso específico de la muestra en la siguiente forma:

Peso en el agua.

$$\text{Peso específico} = \frac{A}{(A - C)} \quad 1)$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca al aire, g.

C = Peso de la muestra en agua, g.

Determinación con el picnómetro a 25 °C.

$$\text{Peso en el aire} = \frac{A}{(A + D - E)} \quad (2)$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca en el aire, g.

C = Peso del recipiente lleno con agua a 25° C, g.

E = Peso del recipiente lleno con agua y muestra a 25° C, g

Determinaciones con el picnómetro plástico de tamaño grande Tipo D. Si la temperatura de ensayo está dentro de + 1,7 o -2,8°C de 25° C), esto es entre 22,2 y 26,7 °C , puede emplearse la ecuación (2) para calcular el peso específico dentro de 0,001 o menos de error debido a efectos de temperatura.

Si la temperatura de ensayo difiere significativamente de 25 °C, corríjase por efectos de temperatura en la siguiente forma:

$$\text{Peso específico} = \frac{A}{[(A + F) - (G + H)]} \times \frac{dw}{0,9970} \quad (3)$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca al aire, g.

F = Peso del picnómetro (Tipo F) lleno con agua a la temperatura de ensayo (Figura 2),

G = Peso del picnómetro (Tipo F) lleno con agua y muestra a la temperatura de ensayo, H = Corrección por expansión térmica del asfalto (Figura 4), g.

D_w = Peso unitario del agua a la temperatura de ensayo. Curva D en la Figura 5.

Mg/m³

0,9970 = Peso unitario del agua a 25 °C, Mg/m³.

La relación (dw/0,9970) se halla en la curva R de la Figura 5.

Nota 6. Este procedimiento general para corregir los efectos por temperatura, deberá aplicarse también a las mediciones correspondientes efectuadas con otros recipientes adecuados.

8.1.2 PROCEDIMIENTO SUPLEMENTARIO PARA MEZCLAS QUE CONTENGAN AGREGADOS QUE NO ESTAN COMPLETAMENTE CUBIERTOS

8.1.2.1 Si los poros de los agregados no están completamente sellados por una película asfáltica, pueden llegar a saturarse con agua durante el procedimiento de evacuación. Para determinar si esto ha ocurrido, procédase como sigue después de completar el procedimiento de acuerdo con el numeral 6.2.4. Dréñese el agua de la muestra para evitar la pérdida de partículas finas, decántese el agua a través de una toalla sostenida sobre la parte superior del recipiente. Rómpanse varias piezas grandes del agregado y examínese la superficie rota en cuanto a humedad.

8.1.2.2 Si el agregado ha absorbido agua, remuévase la humedad de la superficie, esparciendo la muestra delante de un ventilador eléctrico. Pésese a intervalos de 15 minutos y cuando la pérdida del peso sea menor de 0,05% para este intervalo, deberá considerarse

que la muestra está con la superficie seca. Este procedimiento requiere alrededor de 2 horas y debe acompañarse de agitación intermitente de la muestra. Rómpanse a mano los terrones de mezcla. Téngase cuidado de evitar la pérdida de partículas de la mezcla.

8.1.2.3 Para calcular el peso específico de la muestra, sustitúyase el peso final con superficie seca por A en el denominador, de las ecuaciones (1), (2) o (3).

8.2 INFORME

8.2.1 El informe deberá incluir lo siguiente:

Peso específico de la mezcla, con tres decimales así: peso específico 25/25 °C.

- Tipo de mezcla.
- Tamaño de la muestra.
- Número de muestras.
- Tipo de recipiente.
- Tipo de procedimiento.

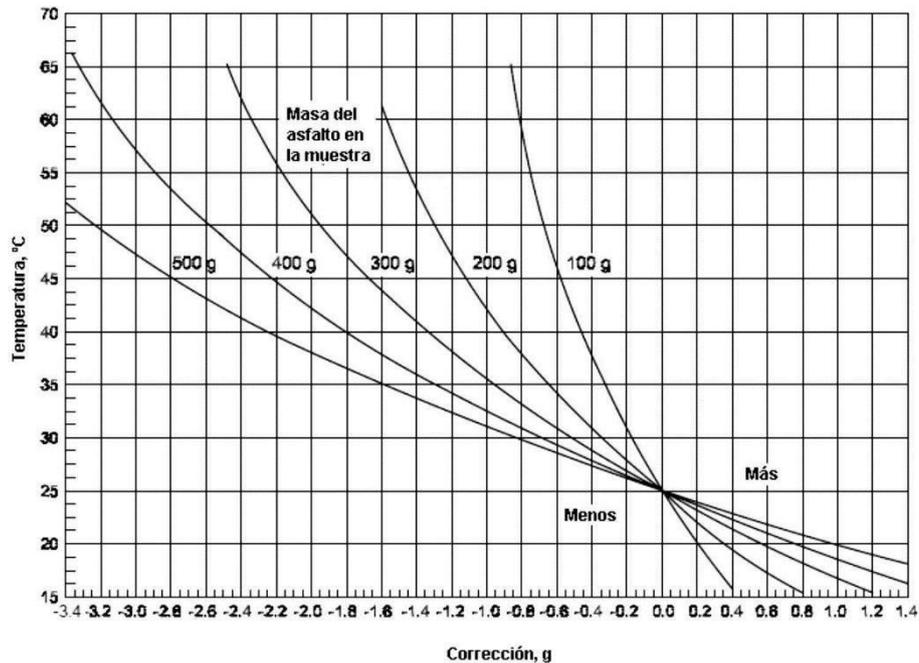


Figura 4. Curvas de corrección por expansión del asfalto, valor de H en la ecuación 3

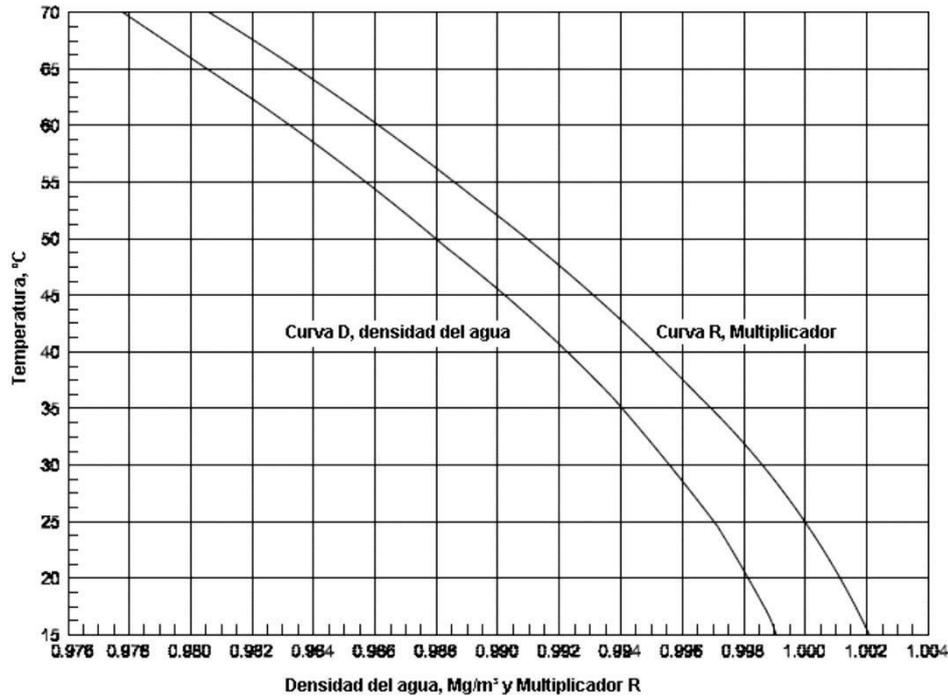


Figura 5. Curvas para determinar los valores D y R de la ecuación 3

9.0 PRECISION Y DISPERSION

9.1 PRECISION

9.1.1 Criterios para juzgar la aceptación de los resultados de los ensayos de peso específico, obtenidos mediante este método, se dan en la tabla siguiente:

Índice del ensayo y tipo (1)	Desviación del estándar (IS)	Diferencia aceptable de (2) 2 resultados (D 25) (3)
Resultados de ensayos sin el empleo del numeral 8 ^j		
Operador sencillo varios laboratorios	0,0040	0,011
	0,0064	0,019
Resultados de ensayos obtenidos mediante el empleo del numeral 8 aplicables únicamente a determinación con taza 1 ^k		
Operador sencillo	0,0064	0,018
Varios laboratorios	0,0193	0,055

9.1.2 Las cifras dadas en la columna (2) son las desviaciones estándar que se han encontrado apropiadas para las condiciones de ensayo descritas en la columna (1). Las cifras dadas en la columna (3) son los límites que no deberán excederse por la diferencia entre los resultados de dos ensayos adecuadamente ejecutados. La precisión de varios laboratorios no ha sido verificada para el picnómetro de 4500 mL (Tipo E) o para el picnómetro plástico de tamaño grande (Tipo F).

ANEXO N°05

**NORMAS EG-
2013SECCIÓN 423**

Pavimento de concreto asfáltico en caliente

Descripción

423.01 Generalidades

Este trabajo consistirá en la fabricación de mezclas asfálticas en caliente y su colocación en una o más capas sobre una superficie debidamente preparada e imprimada, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto. **Materiales**

423.02

Los materiales a utilizar serán los que se especifican a continuación: **a.**

Agregados minerales gruesos

Se aplica en lo que corresponda, lo especificado en la Subsección 415.02(a). Los agregados gruesos, deben cumplir además con los requerimientos, establecidos en la Tabla 423-01:

b. Agregados minerales finos

Se aplica en lo que corresponda, lo especificado en la Subsección 415.02(a). Adicionalmente deberá cumplir con los requerimientos de la Tabla 423-02.

Tabla 423-01

Requerimientos para los agregados gruesos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤3.000	>3.000
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	+95
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción *	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.

Tabla 423-02

Requerimientos para los agregados finos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		≤ 3.000	> 3.000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8 máx.	8 máx.
Índice de Plasticidad (malla N.º 40)	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	-	18% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N.º 200)	MTC E 111	4 máx.	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción* **	MTC E 205	0,5% máx.	0,5% máx.

**Excepcionalmente se aceptarán porcentajes mayores sólo si se aseguran las propiedades de durabilidad de la mezcla asfáltica.

- La adherencia del agregado fino para zonas mayores a 3000 msnm será evaluada mediante la performance de la mezcla, Subsección 430.02.

C.

Gradación

La gradación de los agregados pétreos para la producción de la mezcla asfáltica en caliente deberá ajustarse a alguna de las siguientes gradaciones y serán propuestas por el Contratista y aprobadas por el Supervisor.

Además de los requisitos de calidad que debe tener el agregado grueso y fino según lo establecido en el acápite (a) y (b) de esta Subsección, el material de la mezcla de los agregados debe estar libre de terrones de arcilla y se aceptará como máximo el 1% de partículas deleznable según ensayo MTC E 212. Tampoco deberá contener materia orgánica y otros materiales deletéreos. **1. Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC)**

La gradación de la mezcla asfáltica en caliente (MAC) deberá responder a algunos de los husos granulométricos, especificados en la Tabla 423-03. Alternativamente pueden emplearse las gradaciones especificadas en la ASTM D 3515 e Instituto del Asfalto.

Tabla 423-03

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

d. Filler o polvo mineral

El filler o relleno de origen mineral, que sea necesario emplear como relleno de vacíos, espesante del asfalto o como mejorador de adherencia al par agregadoasfalto, podrá ser de preferencia cal hidratada, que deberá cumplir la norma AASHTO M-303 y lo indicado en la Sección 429. La cantidad a utilizar se definirá en la fase de diseños de mezcla según el Método Marshall. **e. Cemento asfáltico**

El Cemento Asfáltico deberá cumplir con lo especificado en la Subsección 415.02 (b) y los equivalentes al PG (Grado de Comportamiento-AASHTO M-320) especificados en la Tabla 423-13, Tabla 423-14 y Tabla 42315, basados en el clima y temperatura de la zona. **f.**

Fuentes de provisión o canteras

Se aplica lo indicado en la Subsección 415.04. Adicionalmente el Supervisor deberá aprobar los yacimientos de los agregados, relleno mineral de aportación y cemento asfáltico, antes de procederse a la entrega de dichos materiales. **Requerimientos de construcción**

423.04 Mezcla de agregados

Las características de calidad de la mezcla asfáltica, deberán estar de acuerdo con las exigencias para mezclas de concreto bituminoso que se indican en la Tablas 423-06 y 42308, según corresponda al tipo de mezcla que se produzca, de acuerdo al diseño del proyecto.

Tabla 423-06
Requisitos para mezcla de concreto bituminoso

Parámetro de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
Marshall MTC E 504			
1. Compactación, número de golpes por lado	75	50	35
2. Estabilidad (mínimo)	8,15 kN	5,44 kN	4,53 kN
3. Flujo 0,01" (0,25 mm)	8-14	8-16	8-20
4. Porcentaje de vacíos con aire (1) (MTC E 505)	3-5	3-5	3-5
5. Vacíos en el agregado mineral	Ver Tabla 423-10		
Inmersión – Compresión (MTC E 518)			
1. Resistencia a la compresión Mpa mín.	2,1	2,1	1,4
2. Resistencia retenida % (mín.)	75	75	75
Relación Polvo – Asfalto (2)	0,6-1,3	0,6-1,3	0,6-1,3
Relación Estabilidad/flujo (kg/cm) (3)	1.700-4.000		
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta AASHTO T 283	80 Mín.		

(1) A la fecha se tienen tramos efectuados en el Perú que tienen el rango 2% a 4% (es deseable que tienda al menor 2%) con resultados satisfactorios en climas fríos por encima de 3.000 m.s.n.m. que se recomienda en estos casos.

(2) Relación entre el porcentaje en peso del agregado más fino que el tamiz 0,075 mm y el contenido de asfalto efectivo, en porcentaje en peso del total de la mezcla.

(3) Para zonas de clima frío es deseable que la relación Est. /flujo sea de la menor magnitud posible.

(4) El Índice de Compactabilidad mínimo será 5.

El Índice de Compactabilidad se define como:
$$\frac{1}{\text{GEB } 50 - \text{GEB } 5}$$

Siendo GEB50 y GEB5, las gravedades específicas bulk de las briquetas a 50 y 5 golpes.

Tabla 423-07
Requisitos de adherencia

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		< 3.000	> 3.000*
Adherencia (Agregado grueso)	MTC E 517	+95	-
Adherencia (Agregado fino)	MTC E 220	4 mín.**	-
Adherencia (mezcla)	MTC E 521	-	+95
Resistencia conservada en la prueba de tracción indirecta	AASHTO T 283	-	80 Mín.

* mayor a 3000 msnm y zonas húmedas ó lluviosas

** grado inicial de desprendimiento

Para zonas de alturas mayores a 3000 msnm. ó zonas húmedas y lluviosas; la efectividad, compatibilidad y alto rendimiento del aditivo entre el par asfalto – agregado en cada uno de los diseños de mezcla, será evaluado según Subsección 430.02 ó en el caso de evaluarse con la norma ASTM D-1075 y/o ASTM D-4867 (Lottman Modificado), debe obtener valores mínimos de ochenta por ciento (80%).

Tabla 423-08
Vacíos mínimos en el agregado mineral (VMA)

Tamiz	Vacíos mínimos en agregado mineral %	
	Marshall	Superpave
2,36 mm (N.º 8)	21	-
4,75 mm (N.º 4)	18	-
9,50 mm (3/8")	16	15
12,5 mm (½")	15	14
19,0 mm (¾")	14	13
25,0 mm (1")	13	12
37,5 mm (1 ½")	12	11
50,0 mm (2")	11,5	10,5

Nota: Los valores de esta tabla serán seleccionados de acuerdo al tamaño máximo de las mezclas que se dan en la Subsección 423.02(c). Las tolerancias serán definidas puntualmente en función de las propiedades de los agregados.

Para el caso de mezclas tipo superpave nivel 1, deberán tenerse en cuenta los requerimientos de la Tabla 423-08, así como los solicitados en las Tablas 423-9 a 423-10.

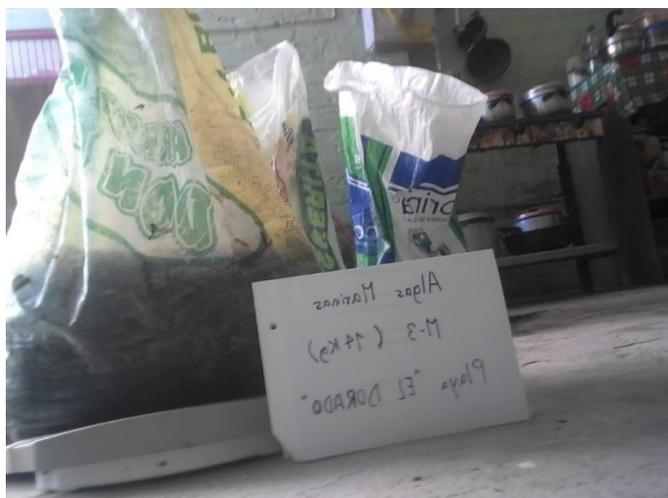
ANEXO N°06

PANEL
FOTOGRAFÍCO

ENSAYOS REALIZADOS PARA LA INVESTIGACIÓN



Extracción de algas marinas de la playa el dorado, las cuales fueron lavadas para sus estudios correspondientes





Secado de las algas marinas a la intemperie y la calcinación de las algas marinas a 800 °C





Los materiales utilizados (agregado grueso y fino) en esta investigación fueron tomadas de la cantera LA SORPRESA





Ensayos de los agregados finos y agregados grueso según correspondan





Preparación de mezcla de los agregados, algas marinas, cemento asfáltico a temperatura entre 120°-140°C





Compactación con el martillo Marshall (75 golpes) , peso seco-sumergido-superficialmente seco y penetración del ensayo Marshall



ANEXO N°07
ACTA DE
APROBACIÓN DE
ORIGINALIDAD DE
TESIS



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 10
Fecha : 10-06-2019
Página : 1 de 1

Yo, Mgtr. José Pepe Muñoz Arana docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Chimbote, revisor de la tesis titulada "PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE AL ADICIONARLE CENIZAS DE ALGAS MARINAS, CHIMBOTE-ANCASH-2019", de los estudiantes Jefferson Joel Matta Romualdo y Jose Luis Perez Ore , constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito 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, 09 de Julio del 2019

Mgtr. José Pepe Muñoz Arana

DNI: 32960000

Revisó	Vicerrectorado de Investigación /DEVAC/ Responsable del SGC	Aprobó	Rectorado
--------	---	--------	-----------

Nota: Cualquier documento impreso diferente del original, y cualquier archivo electrónico que se encuentre fuera del campus virtual será considerado como COPIA NO CONTROLADA.

Feedback Studio - Google Chrome
 https://ev.turmitn.com/app/carta/64/78/student_user=1073794557/bc=360-1152/49345

Jefferson Joel MATTA ROMUALDO "Propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en caliente al adicionar cenizas de algas marinas, Chimboe- Ancash- 2019"

feedback studio

Resumen de coincidencias

16 %

1	Entregado a Universidad...	14 %
2	Entregado a Universidad...	<1 %
3	Entregado a Universidad...	<1 %
4	Entregado a Universidad...	<1 %
5	www.apg@unf.edu.pe	<1 %
6	Investigación en asfalto...	<1 %
7	Entregado a Universidad...	<1 %
8	www.cicrica	<1 %
9	Entregado a Pontificia...	<1 %
10	mypage@unf.edu.pe	<1 %

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en caliente al adicionar cenizas de algas marinas, Chimboe- Ancash- 2019"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

AL TUTOR
 Address: Joel Matta Romualdo (0980-9083-0133-6067)
 José Luis Pizarro Ore (0000-0002-0376-5194)

ASESOR
 Man. Jenisse del Ruzo Fernández Mantilla (0900-0000-3333-4786)

LÍNEA DE INVESTIGACION
 Dirección: Hidrocarburios Vial

Dr. José Muñoz Arana

1616 am 22/07/2019

ANEXO N°08
FORMULARIO DE
AUTORIZACIÓN
PARA LA
PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DE
LA 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)

Matta Romualdo Jefferson Joel

D.N.I. : 70 21 56 78

Domicilio : J. P. A. A. # 219 La Libertad - Chimbote

Teléfono : Fijo : 2422009 Móvil : 989519936

E-mail : 2112.1996@gmail.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

Grado :

Mención :

Doctorado

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Matta Romualdo Jefferson Joel

Perez Ore Jose Luis

Título de la tesis:

"Propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en
caliente al adicionarle cenizas de algas marinas,
Chimbote - Ancash - 2019"

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 : 15/07/2019





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)

Pérez Ose José Luis
D.N.I. : 71788336
Domicilio : Ueb. Brucez Mz C lote 3
Teléfono : Fijo : Móvil : 982356985
E-mail : jose200696@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

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

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Pérez Ose José Luis
Matta Remualdo Jefferson Joel

Título de la tesis:

Propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica
en caliente al adicionarle cenizas de algas
marinas Chumbote - Ancash - 2019

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 : 15/07/2019



ANEXO N°09
AUTORIZACIÓN DE
LA VERSIÓN FINAL
DEL TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN



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:

MATTA ROMUALDO, JEFFERSON JOEL

INFORME TITULADO:

PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE AL
ADICIONARLE CENIZAS DE ALGAS MARINAS, CHIMBOTE- ANCASH-2019.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 12/07/2019

NOTA O MENCIÓN: 14



Mg. GONZALO H. DÍAZ GARCÍA

ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA CIVIL



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:

PEREZ ORE, JOSE LUIS

INFORME TÍTULADO:

PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE AL
ADICIONARLE CENIZAS DE ALGAS MARINAS, CHIMBOTE- ANCASH-2019.

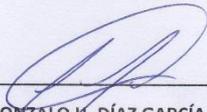
PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 12/07/2019

NOTA O MENCIÓN: 14




Mg. GONZALO H. DÍAZ GARCÍA

ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA CIVIL