

# Análisis de Mezcla Asfáltica Drenante como alternativa de Diseño para vía alterna dentro de los predios de la Universidad Técnica De Manabí

Logroño Pico Angelo Raul, Bravo Tapia Holger Alejandro, Byron Alain Zambrano Medranda, Ortiz Hernández Eduardo Humberto

*Universidad Técnica de Manabí, Ecuador, Av. Urbina y Che Guevara, Portoviejo*  
alogrono7093@utm.edu.ec, hbravo0356@utm.edu.ec, byron.zambrano@utm.edu.ec,  
ehortiz@utm.edu.ec.

Recibido: 15/10/2020

Aceptado:22/11/2020

**Resumen** — Dentro de las miles de posibles de mezclas asfálticas, las mezclas drenantes, están caracterizadas por poseer un porcentaje de vacíos entre el 18% al 20 % o mayor, y son consideradas como una solución para zonas en las que los pavimentos están sometidos a grandes caudales debido a la pluviometría del lugar. Esto se debe a las características de superficie de rodadura que se obtienen de estas mezclas, además de su estas permiten espesores menores debido a la composición que presentan.

En presencia de lluvia, el fenómeno más común que se presenta es la formación de una capa de agua de espesor bajo, sobre la superficie de rodadura del pavimento.

Es así que en condiciones de lluvia se ve afectada el confort de los usuarios y su seguridad al transitar por caminos pavimentados. Portoviejo al ser una ciudad de Costa está expuesta a cambios climáticos en los periodos de invierno, así como a la salinidad, lo que conlleva a que se desmejoren las carreteras, provocando considerables gastos económicos a los gobiernos de turno para el mantenimiento y reconstrucción.

La manera de prevenir estos problemas es que el agua que cae en la superficie de rodadura, sea evacúe rapidez, que es precisamente lo que busca la aplicación de las mezclas drenantes. La característica más relevante de las mezclas asfálticas drenantes es el alto porcentaje de huecos permiten el que agua a travesie la misma, propiciando su drenaje de la superficie del camino.

El volumen de agua que desalojado por entre los poros del pavimento debe ser conducido mediante sistemas de drenajes laterales. Las investigaciones que se desarrollan en torno a este tema, permiten ampliar conocimientos sobre las características y el comportamiento funcional en el tiempo de este tipo de pavimentos.

**Palabras claves** — mezclas asfálticas drenantes, Re parcheó, polímeros, dosificación.

*Abstract --- Summary - Within the thousands of possible asphalt mixtures, drainage mixtures are characterized by having a void percentage between 18% to 20% or greater, and are considered*

*as a solution for areas where pavements are subjected to large flows due to the rainfall of the place. This is due to the rolling surface characteristics obtained from these mixtures, in addition to their allowing smaller thicknesses due to the composition they present.*

*In the presence of rain, the most common phenomenon that occurs is the formation of a thin layer of water on the rolling surface of the pavement.*

*Thus, in rainy conditions, user comfort and safety are affected when traveling on paved roads. Portoviejo, being a coastal city, is exposed to climatic changes in the winter periods, as well as salinity, which leads to the deterioration of the roads, causing considerable economic expenses to the governments in power for maintenance and reconstruction.*

*The way to prevent these problems is for the water that falls on the running surface to evacuate quickly, which is precisely what the application of draining mixtures seeks. The most relevant characteristic of draining asphalt mixtures is the high percentage of voids that allow water to pass through it, facilitating its drainage from the road surface.*

*The volume of water that is dislodged through the pores of the pavement must be conducted through lateral drainage systems. The investigations that are developed around this subject, allow to expand knowledge on the characteristics and functional behavior over time of this type of pavement.*

*Index Terms: asphalt mixtures, high porosity, void percentage, high draining capacity.*

## I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo analizar el comportamiento de las mezclas asfálticas drenantes a nivel

de laboratorio, como alternativa de diseño para vía alterna dentro de la Universidad Técnica de Manabí, de manera que planteo como necesario realizar un diagnóstico detallado de la vía alterna que se requiere elaborar dentro de la Universidad Técnica de Manabí, la misma que brinda ciertas características como la escorrentía propia del cerro ubicado a espaldas de la UTM, lo que justifico elaborar diseños y ensayos en el laboratorio, para constatar las características de los materiales a utilizar en esta vía sean los más adecuados. Los requisitos de seguridad para el tránsito, que son exigidos en la actualidad a las superficies de rodadura, ha llevado a desarrollar materiales con características diferentes a las ya conocidas. La Mezcla Asfáltica Drenante (MAD) o Mezcla Asfáltica Porosa (MAP), es un material que ha sido desarrollado en esta línea de pensamiento. [1,2,13]

Se trata de mezclas asfálticas que se caracterizan por tener un elevado porcentaje de huecos interconectados entre sí del 18% a 22% o más, dependiendo de su aplicación final y uso, además de las normas que se consideran para el diseño y análisis, cabe destacar que no solo son usadas como superficie de rodamiento, sino que también se aplican ampliamente en aceras debido a su gran capacidad para desplazar líquidos, ya que presentan una alta macro y micro textura, influenciadas por los áridos empleados en su diseño y manufactura. [2]

Hay diferentes métodos de diseño, los mismos que se consideran en el momento de crear las mezclas. La particular estructura interna en estas mezclas, nos lleva a desarrollar ensayos que ayudan a evaluar su comportamiento. Además, para esta clase de mezclas “porosa” se ha demostrado que la energía de compactación óptima para la compactación en obra es menor que para una mezcla convencional. [13]

## II. MATERIALES Y MÉTODOS A.

### *Materiales*

En la presente investigación se utilizó el diseño de mezclas asfálticas drenantes con aditivos provenientes de la cantera URUZCA.

#### *1. Agregados*

Son materiales pétreos obtenidos por trituración, que se deben cumplir con la graduación la cual establece la faja granulométrica, aplicada en este caso el tipo CA 13 A – CA 13 B (Guidelines for design of highway internal drainage systems para tamaño máximo de 3/4.)

TAMIZ	% PASANTE
¾"	100
½"	95 – 100
Nº 4	20 – 40
Nº 16	0

El desgaste de los áridos, mediante el empleo de máquina de los ángeles, debe tener un valor de abrasión menor al 40%

El agregado no debe experimentar desintegración ni pérdida total mayor al 12%, cuando se lo someta a 5 ciclos de inmersión y lavado con sulfato de sodio, en la prueba de durabilidad, como se lo dispone la NORMA INEN 863, salvo que las Especificaciones Especiales indiquen otra cosa.

Los agregados poseerán características tales que, al ser embebidos con materiales bituminosos, más de un 95% de este material bituminoso permanezca impregnando las partículas después de realizado el ensayo de resistencia a la peladura, según la Norma de AASHTOT 182. [5]

#### *2. Asfalto*

Se utilizará cemento asfáltico AC-20 con penetración 60 – 70, con promotor de adherencia.

#### *3. Mezcla Drenante*

La mezcla drenante deberá tener una estabilidad Marshall superior a 800 Kg a 60 °C y un contenido de vacíos entre el 18% al 25%.

#### *4. Aditivos mejoradores de adherencia.*

En la mezcla asfáltica drenante es necesario utilizar los aditivos mejoradores de adherencia, estos se concentran en la interface asfalto agregado y crean un enlace químico entre el asfalto y el agregado de la mezcla aumentando su resistencia a la acción del agua. (Kaomin 14).

### *B. Métodos*

#### *Granulometría*

Se utilizan diferentes tipos de especificaciones granulométricas para los diseños de mezcla asfáltica drenante con aditivo de acuerdo a las chilenas y ecuatorianas.

#### *Gravedad específica de los agregados gruesos*

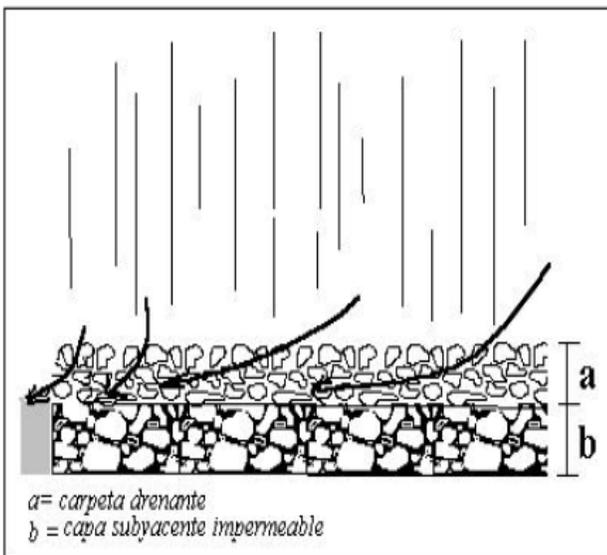
Los procedimientos y equipos para determinar la gravedad específica en agregados gruesos se lo realizan de acuerdo a la Norma ASSHTO T-85 Y ASTM C-127.

#### *Gravedad específica de los agregados finos*

Los procedimientos y equipos para determinar la gravedad específica en agregados finos se lo realizan de acuerdo a la Norma ASSHTO T-84 Y ASTM C-128.

**Gravedad Específica neta (Gsb)**

Proporción de masa al aire de una unidad de volumen de un material permeable (incluyen vacíos permeables e impermeables de material) a una temperatura indicada, con respecto a una masa al aire de igual densidad de volumen igual al del agua destilada a una temperatura indicada. [7]



Grafica Nº1.- Funcionamiento de la mezcla asfáltica drenante

**Fabricación**

El tiempo de preparación de una Bach será de 30 a 40 s, el tiempo permisible de transporte de la mezcla debe ser menor a 2 horas, su temperatura ambiental de colocación no debe ser inferior a 10° C y no se colocarán en superficies húmedas, ni lloviznas ni lluvias.

La mezcla debe tener una temperatura no menor a 60° C, la compactación debe realizarse con rodillo metálico de peso entre 8 y 12 toneladas, sin vibración y cuatro pasadas obteniendo un porcentaje de compactación del 85% al 90%, deben realizarse controles diarios a fin de comprobar la composición granulométrica, propiedades de Marshall.

Para aceptar la calidad de la mezcla esta deberá cumplir con Granulometría, contenido de asfalto, estabilidad, porcentaje de vacíos, densidad, espesor en obra. [13]

**III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Con el objeto de analizar una mezcla asfáltica como alternativa de diseño de una vía dentro de los predios de la UTM, se detallan características de los agregados, mismos que se obtuvieron de la Cantera Basáltica URUZCA localizada en Km11 Autovía Portoviejo-Manta (Cerro Guayabal), la evaluación de los materiales utilizados para el diseño de la mezcla asfáltica drenante se muestran en la siguiente tabla:

PARAMETROS	RESULTADO
ENSAYO DE DESGASTE A LOS SULFATOS (%)	7,00
ENSAYO DE ADHERENCIA (%)	100,00
PLASTICIDAD	NP
CONTENIDO DE DELETEROS EN LOS AGREGADOS (%)	0,73
ENSAYO DE ABRASION (%)	16,59
ENSAYO DE PARTICULAS ALARGADAS Y ACHATADAS (%)	6,25
EQUIVALENTE DE ARENA (%)	44,79

**DETERMINACION DE LA GRANULOMETRIA DE DISEÑO**

La granulometría de diseño ha sido determinada mediante el análisis y combinación de agregados y es uno de los datos principales en el diseño de mezcla drenante para estar de acuerdo con la metodología Cántabro de acuerdo a la normativa vigente para mezclas abiertas. [6]

La granulometría de la mezcla de materiales utilizadas para la elaboración de los diseños de mezcla asfáltica drenante es la designada como PA-12, para diseños de mezcla asfáltica drenante con aditivo de acuerdo a las normas chilena y ecuatoriana mediante método cántabro se detallan en las Tabla Nº1.[8,9]

Tamiz	Porcentaje que Pasa									
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8	N°16	N°50	N°100	N°200
Agregado 1/2	100	100	49,5		0,46		0,2			
Agregado 3/8	100	100	100	100	35,5					
Especificación	100	100	90-100		20-40		0			

Tabla N° 1.- Granulometría de los materiales para mezcla de agregado norma ecuatoriana

Se evidencia que, el resultado con esta combinación de materiales, y contando con un aditivo normado con la NEC en porcentaje igual al 10% de agregado de 1/2" (pulgada), y 90% de agregado de 3/8" en contraste con el diseño de la norma chilena que es de un 34% de agregado de 1/2", 40% de agregado de 3/8 y 26% de "cisco". [5]

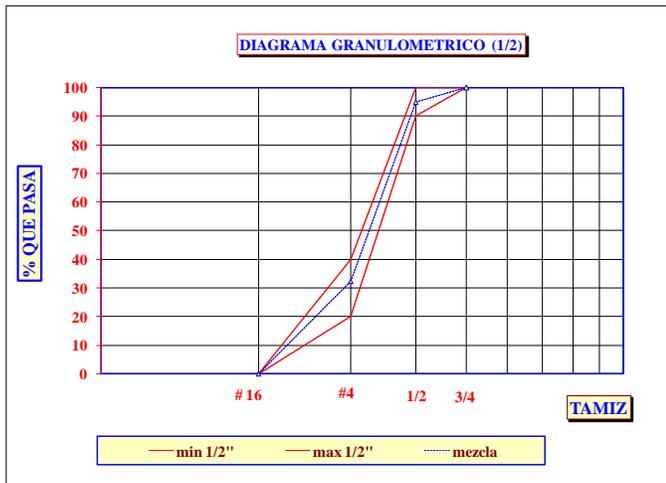


Gráfico N°2.- Curva granulométrica de la mezcla de agregado norma ecuatoriana

### DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS AGREGADOS

Mediante los ensayos normados por la ASSHTO, los mismos que son: ASSHTO T.85, ASTM C-127 Y ASSHTO T-184, ASTM C-128 para los diseños de mezcla asfáltica drenante, se logró determinar la gravedad específica de cada agregado participante de este diseño de mezcla asfáltica drenante, mismas que se describen en las siguientes tablas.

Se generaron probetas, las cuales fueron compactadas con un número igual a 50 golpes por cara, las briquetas elaboradas contaban con un número de tres especímenes por cada porcentaje de asfalto, teniendo rangos desde los 1.5%, hasta el 3.5%. considerados para la normativa ecuatoriana.

AGREGADOS	FRACCIONES		GRAVEDAD ESPECÍFICA			% ABSORCIÓN
	PASA	RETIENE	BULK	S.S.S.	APARENTE	
RIPIO 1/2	3/4"	N°4	2,595	2,626	2,804	3,93
RIPIO 3/8	3/8"	N°4	2,435	2,588	2,863	6,03

Tabla N° 4.- Gravedad específica de los materiales para mezcla drenante con aditivo sin cisco.

AGREGADOS	FRACCIONES		GRAVEDAD ESPECÍFICA			% ABSORCIÓN
	PASA	RETIENE	BULK	S.S.S.	APARENTE	
RIPIO 1/2	3/4"	N°4	2,525	2,627	2,804	3,93
RIPIO 3/8	3/8"	N°4	2,436	2,588	2,863	6,03
CISCO	N°4	N°200	2,588	2,674	2,833	3,3

Tabla N° 5.- Gravedad específica de los materiales para mezcla drenante con aditivo con cisco

### DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LA MEZCLA COMPACTADA (BULK)

Se determinó la gravedad específica de BULK (Gmb) en cada una de las probetas elaboradas para cada porcentaje de mezcla asfáltica concebida, entonces el paso siguiente fue obtener la media en cada resultado, tal que así nos de la facultad de verificar el comportamiento de las mezclas con cada porcentaje administrado de asfalto. [10]

Una vez realizado, se procede al cálculo de la densidad Teórica Rice, posterior a ello, el cálculo de porcentaje de vacíos que corresponda a cada probeta generada, según la cantidad de asfalto que cada una posee. El paso siguiente en el análisis es la determinación de los valores de asfalto absorbido por los agregados minerales en cada mezcla que forma parte del ensayo, estos deberán ser comparados y contratados con la norma ecuatoriana, para cada porcentaje de asfalto que hay sido utilizado en el diseño.



Gráfico N°3.-Elaboración y Preparación de Briquetas para ensayo de

Gravedad Especifica...

% Asfalto	Muestra	Mezcla con Aditivo Norma Ecuatoriana			
		Densidad Bulk	Valor Densidad Bulk (g/cm <sup>3</sup> )	Densidad Rice (g/cm <sup>3</sup> )	% Vacíos
1,50%	1	2,072	2,079	2,745	23,56
	2	2,08			
	3	2,085			
2,00%	1	2,091	2,094	2,696	22,28
	2	2,093			
	3	2,099			
2,50%	1	2,19	2,217	2,664	20,53
	2	2,25			
	3	2,21			
3,00%	1	2,075	2,057	2,554	19,89
	2	2,049			
	3	2,048			
3,50%	1	2,016	2,021	2,458	17,36
	2	2,025			
	3	2,022			

Tabla N°6.- Valores de densidad y vacíos para mezcla drenante con aditivo norma ecuatoriana.

Parámetros volumétricos de la Mezcla asfáltica Drenante con el porcentaje óptimo de asfalto.

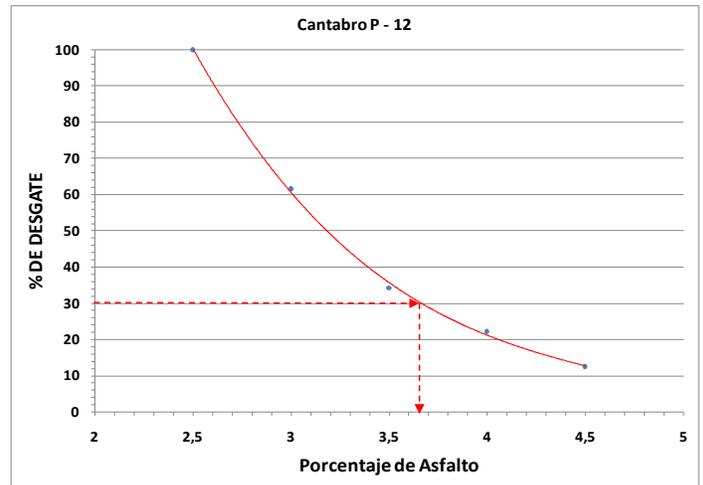


Gráfico N° 6.- Porcentaje de desgaste Vs porcentaje de asfalto

**PORCENTAJE ÓPTIMO DE ASFALTO**

En la siguiente tabla se expone valores que expresan los porcentajes óptimos para esta clase de mezcla drenante que se ha analizado.

PARAMETROS	RESULTADOS OBTENIDOS
D.E. BULK	2,2
% DE DESGASTE	30
% DE VACIOS	23
% ASFALTO	3,65

Tabla N°7 Resumen de los datos obtenidos por los gráficos para hallar el % de asfalto óptimo.

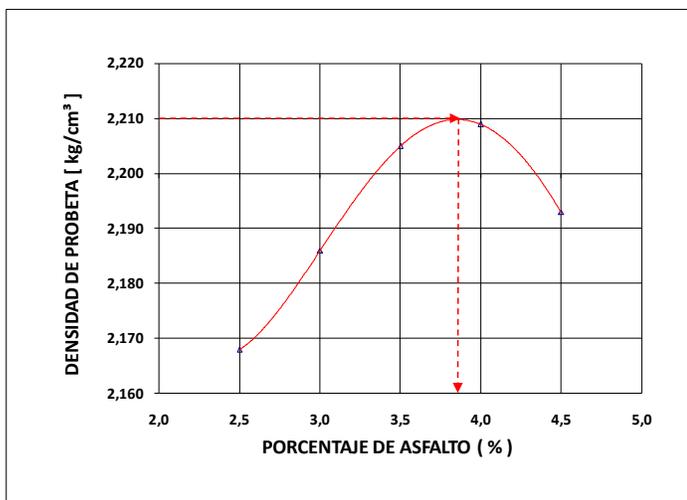


Gráfico N° 4.- Densidad bulk Vs porcentaje de asfalto

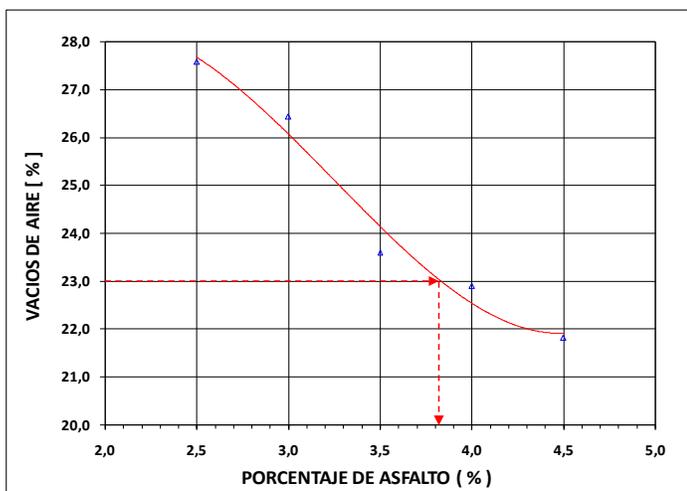


Gráfico N° 5.- Porcentaje de vacíos Vs porcentaje de asfalto

Esta tabla representa los valores promedio obtenidos en los gráficos que se han expuesto anteriormente, para conseguir la obtención del valor óptimo para el porcentaje de asfalto de la mezcla, dado este hecho se sostiene que un porcentaje del 3.65% consigue ser estabilizado y equilibrado para una relación de vacíos, desgaste y densidad con respecto al asfalto que se requiere en la mezcla drenante. Este porcentaje de asfalto está en relación al porcentaje que se obtuvo inicialmente en la gráfica que determina la densidad de 00bulk. [8,9,10]

Se define, así como el valor optimo un porcentaje del 3.65% para una mezcla asfáltica drenante que será empleada en una vía alterna dentro de los predios de la Universidad Técnica de Manabí, cuyas características de escorrentía solicitan tal mezcla, con las capacidades descritas., así que se detallan los parámetros volumétricos óptimos a continuación.

Parametros	M.A.D. con Aditivo
% de Asfalto	3,65
ESTABILIDAD	969
FLUJO (0,25mm;0,01 pulg)	9,98
% DE VACIOS	22,85
DENSIDAD RICE (g/cm <sup>3</sup> )	2,66
DENSIDAD BULK (g/cm <sup>3</sup> )	2,22

#### IV. CONCLUSIÓN

- Se evidencia que para lograr una mezcla con porosidad adecuada y que mantenga una resistencia a la disgregación y que este dentro de los parámetros normados como mezcla asfáltica drenante, es necesario el empleo de asfalto modificado con aditivo mejorador de adherencia.
- El valor óptimo de asfalto está en un porcentaje que pudiere variar hasta un máximo de 2.3 %. Para mantener el porcentaje de vacíos que especifica la norma ecuatoriana con respecto a las mezclas asfálticas drenantes.
- La capacidad de desplazamiento y evacuación de agua, queda demostrada con el ensayo de permeabilidad, y se evidencia a su vez la capacidad drenante de la mezcla analizada.

#### V. REFERENCIAS

- [1] G. Muñoz y C. Ruiz. (2000) *Metodología de diseño y colocación de Mezclas Drenantes*
- [2] G. Juyar, G. Pérez. (1998). *Comparación de Mezclas Asfálticas Drenantes fabricadas con Asfalto modificado y sin modificar*
- [3] Kennedy, T.W. y Hudson, W.R. *Application of the indirect Tensile Test to Stabilized Materials. Highway Research Record, No. 235*
- [4] Zambrano Medranda B, (2012). *Mezclas Asfálticas Drenantes Y Su Aplicación En Las Carreteras De Manabí*. Portoviejo-Ecuador.
- [5] NLT-159/00. (s.f.). *Resistencia A La Deformación Plástica De Mezclas Bituminosas Aplicando El Aparato De Marshall*.
- [6] Norma NTL 362/92 Cántabro Húmedo, *Efecto del agua sobre la cohesión de mezclas bituminosas de granulometría abierta, mediante ensayo cántabro de pérdida por desgaste. (1992)*.
- [7] Norma AASHTO T 166, peso específico, *determinar la gravedad específica bruta de especímenes de ensayo compactados de mezclas bituminosas, utilizando el método de superficie saturada seca*.

- [8] Norma AASHTO T 85, ASTM C127, *Gravedad Específica de los agregados grueso. Método de ensayo estándar para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del agregado grueso*.
- [9] Norma AASHTO T 84, ASTM C128, *Gravedad Específica de los agregados finos, Método de ensayo estándar para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) la absorción del agregado fino*.
- [10] Norma AASHTO 166, ASTM 1188, *Gravedad Bulk de mezcla compactada. determinar la gravedad específica bruta de especímenes de ensayo compactados de mezclas bituminosas, utilizando el método de superficie saturada seca*
- [11] Norma ASTM 2041, *Gravedad Teórica Rice. Normativa Ecuatoriana Especificaciones Generales Para Caminos y Puentes (MOP-f-2002). Especificación Especial MTOP, Método estándar de prueba para Gravedad específica teórica máxima y densidad de mezclas bituminosas de pavimentación*
- [13] O. Rebollo; R. González y G. Botasso. *Determinación del porcentaje de ligante optimo en mezclas asfálticas abiertas (2010)*.



**Bravo Tapia H.A.** Estudiante de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí, Carrera Ingeniería Civil.



**Logroño Pico A.R.** Estudiante de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí, Carrera Ingeniería Civil.



**Zambrano Medranda B.A.** Ingeniero Civil, Magister en Construcción de Obras viales, catedrático en la carrera de ingeniería civil en la Facultad De Ciencias Matemáticas, Físicas Y Químicas de la Universidad Técnica De Manabí. Especialista en Construcción vial y Controles de Calidad en Procesos de Construcción.

