

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



## **PROYECTO DE TESIS**

“DISEÑO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE CON ADITIVOS  
POLÍMEROS SBS PARA ZONA TROPICAL APLICADO EN LA CARRETERA  
NESHUYA - CURIMANA, PROVINCIA DE PADRE ABAD - DEPARTAMENTO  
DE UCAYALI”

**Asesor:**

**Pucallpa – Perú**

**2022**

## INDICE

<b>I. GENERALIDADES .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN. ....</b>	<b>4</b>
<b>1.2 ASESOR. ....</b>	<b>4</b>
<b>1.3 AÑO CRONOLÓGICO. ....</b>	<b>4</b>
<b>II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. ....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 FOMULACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.1 Problema General .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.2 Problemas Específicos .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 OBJETIVOS .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3.1 Objetivo General .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>6</b>
<b>2.6 HIPÓTESIS .....</b>	<b>8</b>
<b>2.6.1. Hipótesis General .....</b>	<b>8</b>
<b>2.6.2. Hipótesis Específicas .....</b>	<b>8</b>
<b>2.7 SISTEMA DE VARIABLES – DIMENSIONES E INDICADORES .....</b>	<b>8</b>
<b>2.7.1. Variables Independientes .....</b>	<b>8</b>
<b>2.7.2. Variables Dependientes .....</b>	<b>8</b>
<b>2.8 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES .....</b>	<b>9</b>
<b>III. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 REVISIÓN DE ESTUDIOS REALIZADOS .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1.1. Antecedentes Internacionales .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1.2. Antecedentes Nacionales .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1.3. Antecedentes Locales .....</b>	<b>11</b>
<b>3.2 BASES TEÓRICAS .....</b>	<b>11</b>

3.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	15
IV. METODOLOGÍA O MARCO METODOLÓGICO .....	17
4.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	17
4.1.1. Tipo de investigación .....	17
4.1.2. Nivel de investigación .....	17
4.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
4.3 DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO/POBLACIÓN.....	19
4.4 MUESTRA .....	19
4.5 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE DATOS.....	20
4.5.1. Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
4.5.2. Procesamiento y presentación de datos. ....	20
V. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y PRESUPUESTALES .....	21
5.1 POTENCIAL HUMANO .....	21
5.2 RECURSOS MATERIALES.....	21
5.3 RECURSOS FINANCIEROS .....	21
5.5 PRESUPUESTO .....	22
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	23
6.1 BIBLIOGRAFIA FÍSICA .....	23
6.2 BIBLIOGRAFIA ELECTRÓNICA. ....	23
ANEXO: .....	24

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Matriz de operacionalización de variables .....	9
<b>Tabla 2.</b> Técnica e instrumento de recolección de datos .....	20
<b>Tabla 3.</b> Cronograma de la investigación.....	22
<b>Tabla 4.</b> Presupuesto del proyecto de investigación.....	22
<b>Tabla 5</b> Matriz de consistencia.....	24

## **PROYECTO DE TESIS**

### **I. GENERALIDADES**

#### **1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN.**

“Diseño de concreto asfáltico en caliente con el aditivo polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) para zona tropical, aplicado en la carretera Neshuya – Curimaná, provincia de padre abad, departamento de Ucayali.”

#### **1.2 ASESOR.**

#### **1.3 AÑO CRONOLÓGICO.**

10 de octubre del 2022

### **II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

#### **2.1 DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA**

Los plásticos son considerados a nivel muy mundial como residuos muy contaminantes, ya que en su mayoría son creados para desecharse luego de ser utilizados (ONU, 2018). En América Latina, la lucha por la reducción de los residuos plásticos no es ajena, así lo afirma Arkin et al. (Arkin, y otros, 2019), quien indica que solo en San Salvador se produce el 4% de la cantidad mundial de los desechos plásticos, siendo un promedio de 0.91 kg/hab. por día. El Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) es uno de los polímeros con más inserción en el mercado Latino, y de este solo se recicla el 25%, esto se da gracias al trabajo del reciclaje informal y a las pequeñas industrias que hoy en día toman conciencia y emplean el Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) como un material reusable. Por tal motivo se requiere de nuevas formas de reutilización de este material y una de ellas es incorporar Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) en mezclas asfálticas.

La investigación tiene por finalidad realizar un diseño de mezcla asfáltica en caliente con adición del polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) que mejore la calidad de sus propiedades físico mecánicas del concreto asfáltico para la zona selva del Perú aplicado en la carretera Neshuya – Curimaná, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali, esto como respuesta de la realidad

nacional en cuanto a las condiciones de los pavimentos de nuestro país, y más aún en la región de Ucayali donde no existe una red vial con condiciones óptimas de transitabilidad y comunicación entre la población, por ello se quiere mejorar dichas propiedades del concreto asfáltico para tener como consecuencia una mayor durabilidad de los pavimentos. Los resultados que se esperan encontrar con la investigación son mejorar las propiedades mecánicas y físicas del concreto asfáltico, mediante la identificación de las principales características que muestra el asfalto modificado con el polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS), además proponer porcentajes de adición que influyan de manera significativa en la mejora de las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente y finalmente tener una resistencia a la compresión óptima para la aplicación en pavimentos, según la normativa vigente en la zona de selva tropical, como es el caso de la provincia Padre Abad, departamento de Ucayali.

## **2.2 FOMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **2.2.1 Problema General**

¿De qué manera influye el aditivo polímero estireno-butadieno-estireno (SBS) para zona tropical, en el diseño de concreto asfáltico en caliente, en la carretera Neshuya – Curimaná, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali?

### **2.2.2 Problemas Específicos**

¿Cuáles son las principales características del concreto asfáltico en caliente modificado con el polímero estireno-butadieno-estireno SBS en la carretera Neshuya – Curimaná, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali?

¿Cuál es el porcentaje de adición del aditivo polímero estireno-butadieno-estireno (SBS) en el diseño de mezcla asfáltica en caliente al 3%, 4% y 5% mejora las propiedades físicas y mecánicas del concreto asfáltico, en la carretera Neshuya – Curimaná, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali?

¿De qué manera influye el aditivo polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto asfáltico en caliente,

en la carretera Neshuya – Curimaná, provincia de Padre Abad, ¿departamento de Ucayali?

## **2.3 OBJETIVOS**

### **2.3.1 Objetivo General**

Determinar la influencia del aditivo polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) para zona tropical, en el diseño del concreto asfáltico en caliente, en la carretera Neshuya – Curimaná; provincia de padre abad, departamento de ucayali.

### **2.3.2 Objetivos Específicos**

Determinar las principales características del concreto asfáltico que muestran los asfaltos modificados con el polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) en la carretera Neshuya – Curimaná, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.

Determinar el porcentaje de adición del aditivo polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) al 4% 4.5% 5% 5.6% y 6% en el diseño de mezcla asfáltica en caliente que mejore las propiedades físico mecánicas del concreto asfáltico en la carretera Neshuya – Curimaná, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.

Determinar la influencia del aditivo polímero estireno-butadieno-estireno (SBS) en las propiedades del concreto asfáltico en caliente, en la carretera Neshuya – Curimaná, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.

## **2.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

La infraestructura vial en una perspectiva mundial se vincula principalmente con el proceso de evolución económica y social, el cual su objetivo principal es la interconexión de distintos lugares o zonas dentro de un territorio, así como el intercambio de mercadería y productos de primera necesidad que beneficia a una población, por tal motivo se necesita tener una infraestructura vial en óptimas condiciones.

En Italia se construyó más 1000 km. De carreteras utilizando ese tipo de asfalto. (Avellan, 2007, p. 29). (Acosta, 2019, p. 02).

En el Perú la modificación de cemento asfáltico con polímeros SBS in situ y su utilización en la producción y colocación de mezcla asfáltica en caliente en la ejecución del proyecto “Mantenimiento periódico de la carretera Sullana-Aguas Verdes”, en una longitud de 110 km. (Salcedo,C. 2008, p. 05).

En la región Ucayali se tiene una situación vial en un estado crítico, ya que solo cuenta con una carretera de principal que es la PE-18C, con un recorrido desde Pucallpa hasta Von Humboldt, la cual forma parte de la ruta a lima. De ahí parte la red de carreteras secundarias teniendo como la ruta UC-103 empezando en el distrito de campo verde y terminando en el distrito de nuevo requena que actualmente está afirmado y en proceso de asfaltado.

Para la presente investigación se busca mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente a través de la adición del polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS), el cual es presentada como una alternativa factible para el uso de pavimentos, teniendo en cuenta que en nuestro país los pavimentos en su mayoría tienen un tipo de vida útil muy corto, es por ello que es necesario encontrar opciones que mejoren su comportamiento y duración en su uso.

## **2.5 LIMITACIONES Y ALCANCES**

La investigación es factible, pues se tiene los recursos humanos, técnicos y financieros necesarios para llevarla a cabo. Esta tiene un tiempo de duración de aproximadamente seis meses, lo cual la hace factible.

Los posibles obstáculos para desarrollar este trabajo de investigación son las siguientes:

- El recurso económico es un limitante debido a que conseguir el polímero SBS es costoso y de poco uso comercial.
- Debido a que en la región de Ucayali no hay registro de estudios realizados o de aplicación de los polímeros SBS en las carreteras regionales, no hay antecedentes de donde se puede guiar.
- No sé cuenta con tesis de aplicación de polímeros SBS en la región de Ucayali.

## **2.6 HIPÓTESIS**

### **2.6.1. Hipótesis General**

La adición de aditivos con polímeros Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) contribuye a aumentar la calidad en el diseño del concreto asfáltico en caliente, en la carretera Neshuya – Curimaná, Provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.

### **2.6.2. Hipótesis Específicas**

Los asfaltos modificados con el polímero estireno-butadieno-estireno (SBS) contribuye a aumentar las principales características del concreto asfáltico en la carretera Neshuya – Curimaná, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.

El porcentaje de adición del polímero estireno-butadieno-estireno (SBS) de 3%, 4% y 5% en el diseño de mezcla asfáltica en caliente, contribuye el mejor % que se adopte en mejorar las propiedades físico mecánicas del concreto asfáltico en la carretera Neshuya – Curimaná, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.

La incorporación del aditivo polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) mejora de manera óptima las propiedades del concreto asfáltico en caliente, en la carretera Neshuya – Curimaná. Provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.

## **2.7 SISTEMA DE VARIABLES – DIMENSIONES E INDICADORES**

### **2.7.1. Variables Independientes**

1. Dosificación del concreto asfáltico convencional con Polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS).

### **2.7.2. Variables Dependientes**

1. Propiedades físicas y mecánicas del concreto asfáltico
2. Diseño de concreto asfáltico en caliente sin polímeros.
3. Diseño de mezcla asfáltica en caliente con el polímero estireno-butadieno-estireno (SBS).



## 2.8 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES

**Tabla 1** Matriz de operacionalización de variables

HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION O UNIDAD DE MEDIDA
<b>HIPÓTESIS GENERAL:</b> La adición de aditivos con polímeros Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) contribuye a aumentar la calidad en el diseño del concreto asfáltico en caliente, en la carretera Neshuya – Curimaná, Provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.	VI. 1. Dosificación del concreto asfáltico convencional con Polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS).	Porcentaje de adición	4.0%, 5.0%, 5.5%, 6.0%	%
	VD. Diseño de concreto asfáltico con el polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS)			
<b>HIPÓTESIS 1:</b> Los asfaltos modificados con el polímero estireno-butadieno-estireno (SBS) contribuye a aumentar las principales características del concreto asfáltico en la carretera Neshuya – Curimaná, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.	VI. 1. Dosificación del concreto asfáltico convencional con Polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS).	Estabilidad Compactación complementaria Uniformidad del concreto	Ensayo Marshall Gravedad específica Análisis granulométrico	% g/cm <sup>3</sup> mm
	VD. Diseño de mezcla asfáltica en caliente con el polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS)			
<b>HIPOTESIS 2:</b> El porcentaje de adición del polímero estireno-butadieno-estireno (SBS) de 3%, 4% y 5% en el diseño de mezcla asfáltica en caliente, contribuye el mejor % que se adopte en mejorar las propiedades físico mecánicas del concreto asfáltico en la carretera Neshuya – Curimaná, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.	VI. 1. Dosificación del concreto asfáltico convencional con Polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS).	Trabajabilidad Porcentaje de vacíos Durabilidad	Compactación Peso unitario Tiempo de vida	g/cm <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup> años
	VD. Propiedades físico y mecánicas del concreto asfáltico			
<b>HIPOTESIS 3:</b> La incorporación del aditivo polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) mejora de manera óptima las propiedades del concreto asfáltico en caliente, en la carretera Neshuya – Curimaná. Provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.	VI. 1. Dosificación del concreto asfáltico convencional con Polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS).	Trabajabilidad Porcentaje de vacíos Durabilidad	Compactación Peso unitario Tiempo de vida	g/cm <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup> años
	VD. Propiedades físico y mecánicas del concreto asfáltico			

Nota. Elaborado por el autor

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 REVISIÓN DE ESTUDIOS REALIZADOS

##### 3.1.1. Antecedentes Internacionales

En la tesis titulada: “**DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CON AGREGADOS PÉTREOS Y POLÍMEROS TIPO I APLICADO AL PAVIMENTO FLEXIBLE**” de los autores **Ortiz y Terreros** (2019), **Samborondón - (ECUADOR)**; en su investigación tuvo por finalidad realizar un análisis comparativo de mezclas asfálticas de un pavimento flexible con y sin la adición de polímeros tipo I para evaluar la calidad del mismo, en su metodología realizó ensayos de laboratorio para la recolección de información y posteriormente obtener datos concisos, en sus resultado pudo notar que para 1m<sup>3</sup> de mezcla asfáltica convencional necesito 4 galones de diésel, mientras que en la mezcla con adición de polímeros necesitó 3 galones de diésel, dado que el óptimo porcentaje de asfalto fue de 6.3% mientras que para el asfalto con adición fue del 6.1%, la incorporación del polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) mejoró la adherencia a lo áridos, por otro lado la adición de estos polímeros aumenta en un 63% el costo de una mezcla convencional, pero es justificado dado que se evitaría daños y agrietamientos en el asfalto, concluyendo que el polímero contribuye significativamente en mejorar las propiedades de la mezcla asfáltica.

##### 3.1.2. Antecedentes Nacionales

En la tesis titulada: “**INFLUENCIA DEL CEMENTO ASFÁLTICO MODIFICADO CON POLÍMEROS SBS Y ELVALOY SOBRE LAS PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE**”. De los autores: **Broncano y Campos** (2021). **(Arequipa – Perú)**. En su estudio tuvo como finalidad determinar el óptimo contenido del polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) y ELVALOY y cómo influye en la mezcla asfáltica en caliente así mismo comparar los resultados en relación a un concreto asfáltico convencional. Su investigación fue experimental y en su metodología realizo trabajos preliminares en gabinete, trabajos en laboratorio y trabajo de gabinete obteniendo como resultados que el contenido óptimo de bitumen en las tres mezclas fue de 5.03% de PEN 60-70, 4.50% de polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) Y 4.40% de ELVALOY,

también demostró que la mezcla asfáltica con incorporación de polímeros aumenta en 1% la densidad, 20% la estabilidad, en un 10% el flujo y mejoró el comportamiento físico-mecánico frente a daños ocasionados por la humedad un 7%, concluyendo que la incorporación del polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) y ELVALOY mejora las propiedades volumétricas de las mezclas asfálticas y hace que estén presenten un mayor grado de desempeño, por lo que la vida útil de los pavimentos aumentaría.

En la tesis titulada: ***“MODIFICACIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA MEDIANTE LA INCORPORACIÓN DE POLÍMEROS SBS EN LA AV. CANTA CALLAO, ENTRE LA AV. NARANJAL Y LA AV. ALISOS”***. Del autor: **Acosta** (2019), **(LIMA – PERÚ)**. En su investigación tuvo por objetivo determinar la influencia de la aplicación del polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) en el comportamiento mecánico de la mezcla de asfalto convencional. Su estudio fue de tipo aplicada, dado que se comprobó la variación de las propiedades mecánicas con y si la adición del polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS), diseño experimental, ya que se alteraron las variables, nivel explicativo, debido que la investigación relacionó y comparó los resultados de los dos tipos de mezcla asfáltica, método científico porque trabajo con un proceso sistemático y enfoque cuantitativo en el que analizaron datos numéricos, en sus resultados determinó que la integración del polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) incrementa la resistencia a deformación en un 2.11%, concluyendo que la incorporación del polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) mejora de manera óptima las propiedades de la mezcla convencional, también disminuye la cantidad de asfalto requerido en un 2%, le da una mayor resistencia la fatiga y aumenta su resistencia frente a las cargas.

### **3.1.3. Antecedentes Locales**

En el sector local no se registra datos o estudios realizados acerca del polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS). O que se haya aplicado en alguna obra.

## **3.2 BASES TEÓRICAS**

### **3.2.1. Concreto asfáltico**

Conceptualmente el asfalto según Ren & Yin (2022) es un elemento natural que se encuentra en depósitos tradicionales de origen natural o se extrae del petróleo crudo. Se cree que es un elemento muy longevo en el área de construcción, debido a sus excelentes características de impermeabilidad, adhesión y conservación; por su parte el original concreto asfáltico que se obtiene del petróleo crudo ha sido tratado con diversos ingredientes que mejoran su comportamiento cuando se expone a condiciones que llevan a límite las propiedades del asfalto como el frío o el calor extremo, el tráfico de vehículos pesados o los ambientes adversos.

### **1) Composición del asfalto:**

Respecto a la composición del asfalto, según Nejres et al. (2022) los asfaltos son combinaciones complejas de hidrocarburos cuyo peso molecular varía frecuentemente, los concretos asfálticos, incluso los del mismo tipo tienen una susceptibilidad a la temperatura, unas características de carga de deformación, etc., muy variadas; sin embargo, los asfaltos están formados esquemas moleculares compuestos por carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, azufre, y estructuras de vanadio, hierro, níquel, magnesio y calcio.

### **2) Características del asfalto**

Respecto a las características reológicas del asfalto, según Liu et al., (2021) la reología precisa ser una característica de especificidad significativa a nivel de los productos asfálticos, e involucra una propiedad muy crucial: la viscosidad la cual es vital para estos procedimientos, la viscosidad del asfalto fluctúa con la temperatura (susceptibilidad térmica) y se estudia porque debe calentarse en todos los usos del asfalto; por otro lado, se tiene que el asfalto es un fluido viscoso a altas temperaturas, pero un sólido con cualidades elásticas a bajas temperaturas.

### **3) Características físicas del Concreto asfáltico:**

Desde la perspectiva de Mohamed et al., (2022) las cualidades físicas más esenciales del concreto asfáltico en el diseño, la construcción y el mantenimiento de carreteras: La adhesión y la cohesión se refieren a la facultad del concreto asfáltico para fijarse al agregado de pavimentación; Durabilidad, indica lo bien

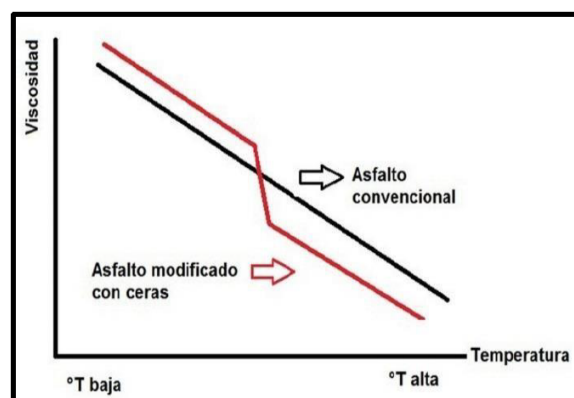
que se mantienen las propiedades de un concreto asfáltico con la degradación y el envejecimiento normal; y en cuando a la propiedad de Susceptibilidad al endurecimiento, el asfalto se endurece por oxidación o volatilización.

### **Propiedades mecánicas del concreto asfáltico**

*Una de las principales propiedades del concreto asfáltico, es la capacidad que obtiene a la deformación sin llegar a la rotura, consiguiendo esfuerzos cilíndricos y elevados (Reyes y Rincón, 2009, p.94).*

*El estudio compuesto por las propiedades de la mezcla y el comportamiento que estas pueden obtener:*

- ✚ **Viscosidad:** permite establecer la curva reologica del asfalto, por consiguiente, al determinar sus propiedades viscoelásticas del cemento asfáltico, es necesario utilizar el reómetro de corte dinámico DSR, por ello evalúa el resultado de su deformación de corte y medir sus propiedades de elasticidad del asfalto a baja temperatura con el elemento reómetro de viga flexible (BBR).



*Figura N°X. Comportamiento de la viscosidad del asfalto en función a la temperatura*

*Fuente: Reyes, Fuentes y Hernando, 2013*

- ✚ **Resistencia al deslizamiento.**
- ✚ **Compactación del Asfalto.**
- ✚ **Estabilidad.**
- ✚ **Densidad.**
- ✚ **Impermeabilidad.**

#### **4) Tipos de Concreto asfáltico:**

Respecto a los tipos de asfalto se tiene: Concreto asfáltico AC: según Tumpu & Irianto (2022) se clasifican de la siguiente manera: Viscosidad antes y después del envejecimiento y penetración, se vende según los niveles de consistencia basados en la prueba de penetración; Asfaltos líquidos: de acuerdo con Eskandarsefat et al., (2022) se trata de compuestos asfálticos que tienen una viscosidad blanda o fluida, por lo que no pueden someterse a la prueba de penetración 300, bencina, el queroseno o el aceite son agentes fluidificantes volátiles comunes, la capa A de asfalto recubre y se adhiere a las partículas de los áridos a medida que los agentes fluidificantes se evaporan (curan), los productos de asfalto líquido incluyen: asfaltos de curado rápido, de curado lento y curados medio; otro tipo es el Road oil: según Wang et al., (2018) trata sobre la fracción pesada del petróleo respecto al asfalto líquido de curado lento (SC).

#### **3.2.2. Polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS)**

Conceptualizando los polímeros, según Zhang et al., (2022) son sustancias macromoleculares o sintéticas formadas por la polimerización de moléculas más simples, un polímero es una sustancia química de alto peso molecular con una estructura repetitiva de unidades diminutas, un enlace cruzado entre los polímeros dispersos en el asfalto confiere cualidades relevantes de elasticidad. Se clasifican en: Termoplásticos, según Boni et al., (2022) son solubles al calor, se ablandan y pueden fluir según su intensidad, pueden volver a formarse una vez enfriados, es un polímero que suele ser ligero, se tiene al: polietileno (PE), polipropileno (PP), copolímeros de etileno-acetato de vinilo (EVA), poliestireno (PS) y poliamidas (PA), entre otros.

#### **1) Propiedades de los polímeros**

Analizando las propiedades de los polímeros, según Yuan et al., (2022) en términos de las fases de agregación, estructura molecular y la verificación de la composición química, los materiales poliméricos ofrecen una amplia gama de características que dificultan la sistematización; sin embargo, todos los polímeros tienen como características generales: Bajo peso específico, generalmente es menor a 0.3 gr.

**Propiedades mecánicas:** A temperatura ambiente, los polímeros presentan propiedades mecánicas que van desde el vidrio fortificado hasta el caucho flexible y elástico, estas propiedades suelen someterse a pruebas de tracción, flexión, dureza, compresión, impacto, desgarro, etc.

**Influencia de temperatura:** Según Xian et al., (2022) las características de los polímeros fluctúan con la temperatura, lo que limita su uso en determinados rangos, los materiales termoplásticos pierden rápidamente su resistencia mecánica al aumentar la temperatura, mientras que las temperaturas e su estado más bajo los hacen de un tipo más frágil, reduciendo la resistencia a la tracción y al efecto químico, las propiedades mecánicas de los polímeros termoestables se establecen a un mayor nivel de temperaturas, mientras que los elastómeros pierden su deformabilidad y se vuelven frágiles al bajar la temperatura, pierden características cuando se precisan a altas temperaturas y en el oxígeno.

**Durabilidad:** De acuerdo con Xian et al., (2022) es la capacidad de un material para conservar sus cualidades iniciales a lo largo de un periodo de tiempo, las características de los polímeros cambian debido a la fatiga (esfuerzos repetidos) o al envejecimiento (acción del medio ambiente), pero ambas variables suelen operar conjuntamente, los agentes atmosféricos, acompañados por la radiación y el calor del sol, las bacterias, los agentes químicos y el tráfico pueden afectar a las cualidades de los polímeros, los efectos de estos compuestos varían en función de la composición y la estructura del polímero.

### **3.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.**

✓ **Cohesión**

Es una propiedad que tiene la ventaja de mantener unidos los componentes de la mezcla asfáltica el cual se dirige por la acción cohesiva del asfalto y el relleno mineral.

✓ **Durabilidad**

Es una medida para observar cuanto el asfalto puede retener su característica natural, en cuanto se expone a técnicas normales de degradación y envejecimiento, son propiedades que se ven a través del pavimento.

✓ **Elastómero**

Tiene un comportamiento de elasticidad ya que es plástico, y puede ser alterado con facilidad y esta no permite sus enlaces no se destruyan, como tampoco sufre una modificación de su estructura.

✓ **Granulometría**

Es el estudio de la distribución estadística de los tamaños de una colección de elementos de un material sólido o fraccionado. El análisis granulométrico es el conjunto de operaciones cuyo fin es determinar la distribución del tamaño de los elementos que componen una muestra.

✓ **Método Marshall**

Es un experimento de laboratorio dirigido al diseño de una adecuada mezcla asfáltica por medio del análisis de su estabilidad, flujo, densidad y vacíos.

✓ **Mezcla asfáltica**

Es un acoplamiento de asfalto y agregados minerales pétreos dadas en proporciones exactas que se emplea para construir firmes, puede ser en capas de rodadura o inferiores y su finalidad es proporcionar una superficie de rodamiento cómoda, económica y segura a las personas usuarias de las vías de comunicación.

✓ **Polímeros**

Deriva de las palabras de origen griego *Poly* y *Mers* que significa “muchas partes”. Desde el aspecto químico, son moléculas grandes compuestas por otras de menor tamaño llamadas “monómeros”.

✓ **Polímero SBS**

Es un ligante, de característica elastómera que corrigen la resistencia a la deformación y al fisuramiento térmico; y por fatiga tiende a mejorar la adhesividad con los agregados y a su vez tiene la capacidad de mejorar la resistencia al paso del tiempo.

✓ **Transitabilidad**

Referente al tránsito vehicular (también llamado tráfico), el cual es causado por el flujo de vehículos en una vía, autopista o calle.



## IV. METODOLOGÍA O MARCO METODOLÓGICO

### 4.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

#### 4.1.1. Tipo de investigación

El estudio es de tipo **cuantitativa**, pues su finalidad es buscar, investigar y analizar un tema no muy conocido o que ha sido estudiado previamente de modo muy superficial de manera que aún existen muchas interrogantes (TABOADA, 2017).

Por lo tanto, se evaluará el predominio del polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) en las propiedades de una mezcla asfáltica

#### 4.1.2. Nivel de investigación

El nivel es **aplicada experimental**, ya que se maneja intencionalmente alguna de las variables, como la variable independiente el cual se modificará con el polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS), para ver la causa del efecto sobre la variable dependiente con las dosificaciones.

### 4.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

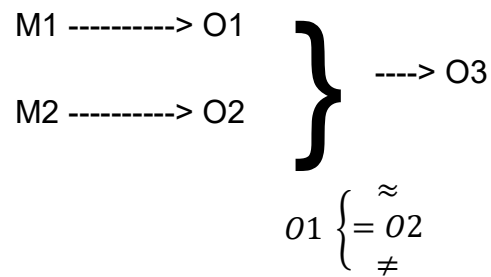
El estudio tiene un diseño experimental, pues se analizará las muestras para el correspondiente estudio y procesamiento de datos (HERNÁNDEZ Sampieri, 2018). Estos serán procesados por medio de ensayos de laboratorio, los cuales señalarán la incorporación adecuada del polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) para la mejora de propiedades de la mezcla asfáltica.

a) Revisión de toda la bibliografía sobre la modificación de la mezcla asfáltica con polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS).

b) Identificación de la ubicación geográfica de la vía y características climatológicas donde se va a realizar el estudio para determinar las características de la mezcla asfáltica a modificar.

c) Visita a la carretera Neshuya – Curimaná, provincia de padre abad, departamento de Ucayali para observar y analizar las diferentes características primordiales de mencionada vía para que según ello realizar la elaboración de las mezclas.

d) Modelo matemático de diseño de la investigación:



Donde:

M1 = Concreto Asfáltico convencional (sin modificar)

M2 = Concreto asfáltico modificado con polímero (SBS)

O1 = Observación de la muestra M1, durante los ensayos.

O2 = Observación de la muestra M2, durante los ensayos.

O3 = Resultados obtenidos.

f) Realizar el ensayo para agregados con los materiales del diseño. Para agregados finos, tales como el análisis granulométrico, equivalente de arena, angularidad, índice de durabilidad.

g) Realizar el ensayo para agregados con los materiales del diseño. Para agregados gruesos, tales como el análisis granulométrico, abrasión los ángeles, tamizado.

h) Realizar la modificación del concreto asfáltico con el polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS). Con sus respectivas dosificaciones.

i) realizar el diseño del ensayo Marshall. Que consiste en mezclar los agregados fino y grueso, junto con el asfalto y se elaboran las briquetas. Para luego ser colocado en la prensa Marshall y calcular la estabilidad de la mezcla asfáltica.

j) Analizamos los datos, se realizan diversas pruebas a la mezcla asfáltica en el laboratorio con el objeto de estudiar las propiedades físicas,

mecánicas y sus componentes, y que a su vez cumplan con las especificaciones del manual de carreteras tanto para la mezcla asfáltica convencional y la modificada.

j) Mediante los resultados ya obtenidos, se procede a realizar las evaluaciones correspondientes para poder obtener las conclusiones y recomendaciones.

k) Elaboración del informe Final con todos los resultados obtenidos y se plasman mediante tablas, gráficos y de toda la información obtenida por los autores.

#### **4.3 DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO/POBLACIÓN**

Según Hernández et al. (2017) una población se define por aquel conjunto general que agrupa elementos que poseen un origen, propiedad o característica similar y que serán objeto de estudio en la investigación. La distribución de la población está formada por las briquetas de concreto que asfáltico modificado por el polímero SBS de la carretera Neshuya – Curimaná, provincia de padre abad, departamento de Ucayali.

#### **4.4 MUESTRA**

La muestra que se emplea en esta investigación es de tipo no probabilístico; según Hernández et al. (2017) una investigación es no probabilística cuando la muestra se escoge de acuerdo al criterio del investigador. En el presente trabajo de investigación se realizaron 24 briquetas para el diseño de mezcla asfáltica, el cual está conformado por 12 muestras con el concreto asfáltico convencional, para las 4 dosificaciones se van a realizar 3 muestras. Asimismo, para el concreto asfáltico modificado con el polímero SBS se realizaron 12 briquetas, para los 4 porcentajes se realizaron 3 briquetas.

<b>MUESTRA</b>	<b>DOSIFICACIÓN</b>	<b>BRIQUETA</b>
M1: Concreto Asfáltico Convencional.	4.5%, 5.0%, 5.6%, 6.0%	12

M2: Concreto Asfáltico Modificado con polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS)	4.0%, 5.0%, 5.6%, 6.0%	12
<b>Total, de Muestras:</b>		<b>24</b>

## 4.5 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO DE DATOS

### 4.5.1. Fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de datos

**Técnicas de recolección de datos.** Para este estudio se empleó la técnica de observación, que permite obtener datos para la realización del diseño de mezcla del asfalto, el procedimiento de control de la calidad y la verificación del cumplimiento de las propiedades de la mezcla asfáltica.

Otra técnica a utilizar es el análisis documental, el cual consiste en revisar las normas técnicas, libros, tesis u otras fuentes de información bibliográfica relacionadas a este estudio.

**Instrumentos de recolección de datos.** Se usará la ficha de observación, el cual contendrá información según los ensayos que se realicen para el diseño del pavimento flexible. Así también se irá registrando los resultados obtenidos de cada unidad ensayada, el cual permitirá desarrollar conclusiones.

**Tabla 2.**

Técnica e instrumento de recolección de datos

Técnica	Instrumento
Observación	Ficha de observación

Nota: Elaboración propia

### 4.5.2. Procesamiento y presentación de datos.

El método usado se considera “explicativo” puesto que se evaluará en diferentes porcentajes la adición del polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS), evaluando sus propiedades y características para saber cómo influyen en la mejora de las propiedades del asfalto. De ello también se evaluarán los

distintos ensayos realizados. Los resultados se darán con ayuda de la normativa aplicable para este tipo de laboratorio y el procesamiento de datos con ayuda del software Microsoft Excel.

## **V. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y PRESUPUESTALES**

### **5.1 POTENCIAL HUMANO**

La investigación es realizada por los autores, contando con el apoyo de un asesor. A continuación, se mostrará detalladamente la participación de los recursos humanos.

**A. Autores.**

**B. Asesor.**

### **5.2 RECURSOS MATERIALES**

Los recursos materiales empleados en esta investigación fueron los instrumentos empleados en los diversos ensayos.

### **5.3 RECURSOS FINANCIEROS**

El importe total de la investigación es de S/.5729.00. La investigación será financiada por los autores

### **5.4. CRONOGRAMA DE GANTT**

**Tabla 3.**

Cronograma de la investigación

MES ACTIVIDADES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12	S-13	S-14	S-15	S-16
<b>FASE DE PLANIFICACIÓN</b>	<b>5 SEMANAS</b>															
Revisión Bibliográfica																
Elaboración del Plan																
Presentación del Plan																
<b>FASE DE EJECUCIÓN</b>					<b>8 SEMANAS</b>											
Recolección de datos																
Análisis de datos en gabinete																
Interpretación de Datos																
<b>DISCUSIÓN</b>														<b>1 SM.</b>		
Conclusiones																
Recomendaciones																
<b>FASE DE FINAL</b>														<b>2 SEMANAS</b>		
Elaboración del Informe																
Presentación del Informe																

Nota. Elaboración propia

## 5.5 PRESUPUESTO

A continuación, se muestra el presupuesto de la investigación.

**Tabla 4.**

Presupuesto del proyecto de investigación

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Diseño de la mezcla asfáltica	Unidad	200.0	3.0	600.0
Ensayos al concreto asfáltico	Unidad	3500.0	1.0	3500.0
Cuadernos	Unidad	2.0	3.0	6.0
Papel Bond A-4	Millar	10.0	5.0	50.0
USB	Unidad	25.0	1.0	25.0
Bolígrafos	Unidad	2.0	4.0	8.0
Impresora	Unidad	540.0	1.0	540.0

Servicio de luz	Mes	50.0	4.0	200.0
Servicio de internet	Mes	50.0	4.0	200.0
Movilización	Mes	150.0	4.0	600.0
TOTAL, S/.				5729.0

---

Nota. Elaboración propia

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### 6.1 BIBLIOGRAFIA FÍSICA

TABOADA, M. (2017). *Metodología de la Investigación Científica* (1era Edición ed.). Trujillo: Editorial Universitaria de la Universidad Nacional de Trujillo (EDUNT). Obtenido de <https://isbn.cloud/9789972213328/metodologia-de-la-investigacion-cientifica/>

HERNÁNDEZ Sampieri, R. (2018). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill. Obtenido de <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2017). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

### 6.2 BIBLIOGRAFIA ELECTRÓNICA.

ACOSTA, K. (2019). Modificación de la mezcla asfáltica mediante la incorporación de polímeros SBS en la Av. Canta Callao, entre la Av. Naranjal y la Av. Alisos. [Tesis de grado para obtener el Título de Ingeniero Civil]. UCV. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47921/Acosta\\_MKM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47921/Acosta_MKM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Arkin, C., Azoulay, D., Caterbow, A., Chemnitz, C., Duran, C., Eriksen, M., . . . Hernandez, V. (2019). Atlas del plástico, datos y cifras sobre el mundo de los polímeros sintéticos. San Salvador: Heintich Boll Stiftung. Obtenido de <https://co.boell.org/sites/default/files/2021-02/Plastic%20Atlas%202019%20cambio.pdf>

Awanti, S., & Anilkumar, L. (2021). Studies on Characterisation of SBS Polymer Modified and Neat Bituminous Mixes Using Warm Mix Asphalt for Paving Applications. *International Journal of Fluid Mechanics & Thermal Sciences*, 7(1), 27-52. Obtenido de <https://www.sciencepublishinggroup.com/journal/paperinfo?journalid=315&doi=10.11648/j.ijfmts.20210703.12>

## ANEXO:

### 1. Matriz de consistencia

**Tabla 5**  
*Matriz de consistencia*

TEMA	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES DE ESTUDIO/DIMENSIONES/IND	METODOLOGÍA
<b>“DISEÑO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE CON ADITIVOS POLÍMEROS SBS PARA ZONA TROPICAL APLICADO EN LA CARRETERA A NESHUYA - CURIMANA, PROVINCIA DE PADRE</b>	<p><b>1.PROBLEMA GENERAL:</b> ¿De qué manera influye el aditivo polímero (SBS) para zona tropical, en el diseño de concreto asfáltico en caliente, en la carretera Neshuya – Curimaná, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali?</p> <p><b>2.PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuáles son las principales características del concreto asfáltico en caliente modificado con el polímero SBS en la</li> </ul>	<p><b>1.OBJETIVO GENERAL:</b> Determinar la influencia del aditivo polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) para zona tropical, en el diseño del concreto asfáltico en caliente, en la carretera Neshuya – Curimaná; provincia de padre abad, departamento de Ucayali.</p> <p><b>2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar las principales características del concreto asfáltico que</li> </ul>	<p><b>1.HIPÓTESIS GENERAL</b> La adición de aditivos con polímeros (SBS) contribuye a aumentar la calidad en el diseño del concreto asfáltico en caliente, en la carretera Neshuya – Curimaná, Provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.</p> <p><b>2.HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Los asfaltos modificados con el polímero (SBS) contribuye a aumentar las principales características del concreto asfáltico en la carretera Neshuya – Curimaná, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.</li> </ul>	<p><b>VARIABLES INDEPENDIENTES</b> 1. Dosificación del concreto asfáltico convencional con Polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS).</p> <p><b>VARIABLES DEPENDIENTES</b> 1.Propiedades físicas y mecánicas del concreto asfáltico 2.Diseño de concreto asfáltico en caliente sin polímeros. 3.Diseño de mezcla asfáltica en caliente con el polímero</p>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> Cuantitativa</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b> Aplicada Experimental</p> <p><u><b>Técnica:</b></u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Observación</li> <li>✓ Análisis de documentación</li> </ul> <p><b>POBLACIÓN:</b> La distribución de la población está formada por las briquetas de concreto que asfáltico modificado por el polímero SBS de la carretera Neshuya – Curimaná, provincia de padre abad, departamento de Ucayali.</p> <p><b>MUESTRA:</b></p>



<p><b>ABAD - DEPARTAMENTO DE UCAYALI"</b></p>	<p>carretera Neshuya – Curimaná, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es el porcentaje de adición del aditivo polímero (SBS) en el diseño de mezcla asfáltica en caliente al 3%, 4% y 5% mejora las propiedades físicas y mecánicas del concreto asfáltico, en la carretera Neshuya – Curimaná, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali?</li> <li>¿De qué manera influye el aditivo (SBS) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto asfáltico en caliente, en la carretera Neshuya – Curimaná, provincia de Padre Abad, ¿departamento de Ucayali?</li> </ul>	<p>muestran los asfaltos modificados con el polímero (SBS) en la carretera Neshuya – Curimaná, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar el porcentaje de adición del aditivo polímero (SBS) al 3%, 4% y 5% en el diseño de mezcla asfáltica en caliente que mejore las propiedades físico mecánicas del concreto asfáltico en la carretera Neshuya – Curimaná,</li> <li>Determinar la influencia del aditivo polímero (SBS) en las propiedades del concreto asfáltico en caliente, en la carretera Neshuya – Curimaná, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El porcentaje de adición del polímero estireno-butadieno-estireno (SBS) de 3%, 4% y 5% en el diseño de mezcla asfáltica en caliente, contribuye el mejor % que se adopte en mejorar las propiedades físico mecánicas del concreto asfáltico en la carretera Neshuya – Curimaná, provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.</li> <li>La incorporación del aditivo polímero Estireno-Butadieno-Estireno (SBS) mejora de manera óptima las propiedades del concreto asfáltico en caliente, en la carretera Neshuya – Curimaná. Provincia de Padre Abad, departamento de Ucayali.</li> </ul>	<p>estireno-butadieno-estireno (SBS).</p> <p><b>Dimensiones/Indicadores.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Porcentaje de adición/ 4.0%,5.0%, 5.5%, 6.0%</li> <li>✓ Estabilidad/Ensay o Marshall</li> <li>✓ Compactación complementaria/ Gravedad específica</li> <li>✓ Uniformidad del concreto/Análisis granulométrico</li> <li>✓ Trabajabilidad- Compactación</li> <li>✓ Porcentaje de vacíos/ Peso unitario</li> <li>✓ Durabilidad /Tiempo de vida</li> </ul>	<p>24 briquetas para el diseño de mezcla asfáltica, el cual está conformado por 12 muestras con el concreto asfáltico convencional, para las 4 dosificaciones se van a realizar 3 muestras. Asimismo, para el concreto asfáltico modificado con el polímero SBS se realizaron 12 briquetas, para los 4 porcentajes se realizaron 3 briquetas.</p> <p><b>MODELO MATEMÁTICO DE DISEÑO</b></p> $\begin{matrix} M1 \rightarrow O1 \\ M2 \rightarrow O2 \end{matrix} \} \rightarrow O3$ $O1 \left\{ \begin{matrix} \approx \\ = \\ \neq \end{matrix} \right. O2$ <p>Donde:  M1 = Concreto Asfáltico convencional (sin modificar)  M2 = Concreto asfáltico modificado con polímero (SBS)  O1 = Observación de la muestra M1, durante los ensayos.  O2 = Observación de la muestra M2, durante los ensayos.  O3 = Resultados obtenidos.</p>
---	---	--	--	---	--