



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“EVALUACION DEL DISEÑO DE MEZCLA DE LA CARPETA
ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS
ANGELES)-POCOLLAY – CALANA (KM 00+000 AL KM
10+000)”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. Ing. Civil JUAREZ CHAIÑA, JUSTO JUAN

Bach. Ing. Civil LLANOS MAMANI, RAY MARCELO

TACNA - PERÚ

2015

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

A Dios por habernos permitido llegar hasta este punto y habernos dado salud para lograr nuestros objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A nuestros Padres y familia por habernos apoyado en todo momento, por sus buenos consejos, por la motivación constante que nos han permitido llegar a alcanzar nuestras metas.

A todos nuestros amigos que con su ayuda y amistad nos ayudaron a superar los obstáculos que se nos presentaron durante nuestro camino, gracias por sus muestras de apoyo y buenos consejos.

A la Universidad Privada de Tacna Por brindarnos el conocimiento y la guía necesaria a lo largo del estudio de la carrera universitaria, y apoyarnos en esa instancia que es el desarrollo de la tesis del título profesional.

EXTRACTO

El presente trabajo de investigación se realiza para la adecuada evaluación y análisis de la conformación de la carpeta asfáltica de la carretera Tacna (Av. Los Angeles) Pocollay-Calana, de las progresivas KM 00 + 000 a la progresiva KM 10 + 000; por lo que mediante el uso del Equipo Extractor Centrifuga se podrá obtener como se llegó a utilizar los materiales de la carpeta asfáltica; como también su dosificación.

Dentro de los capítulos del presente trabajo se mostrará el planteamiento del problema, la información de la carretera a evaluar, marco teórico y conceptual, la metodología de la presente investigación, la evaluación de la carpeta asfáltica, presentación de resultados del sistema planteado, conclusiones y recomendaciones como se indica en el índice.

INDICE

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- 1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
 - 1.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA
 - 1.2.- ENUNCIADO DEL PROBLEMA
 - 1.3.- JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA
 - 1.4.- DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA
 - 1.5.- ANTECEDENTES
 - 1.6.- OBJETIVOS
 - 1.6.1 Objetivo General
 - 1.6.2 Objetivos específicos

CAPITULO II: INFORMACIÓN DE LA CARRETERA A EVALUAR

- 2.1.- INFORMACIÓN DE LA CARRETERA A EVALUAR
 - 2.1.1 UBICACIÓN
 - 2.1.2 CARACTERISTICAS
 - 2.1.3 LOCALIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD
 - 2.1.4 CLASIFICACIÓN DEL PAVIMENTO
 - 2.1.5 DESCRIPCIÓN DEL PAVIMENTO
 - 2.1.6 IMPORTANCIA
 - 2.1.7 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
 - 2.1.8 DISEÑO DE MEZCLA DEL PAVIMENTO

CAPITULO III: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

- 3.- MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL
 - 3.1 CONCEPTOS Y GENERALIDADES
 - 3.1.1 GENERALIDADES
 - 3.1.2 PAVIMENTO
 - 3.1.3 CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS
 - 3.1.3.1 PAVIMENTO FLEXIBLE
 - 3.1.4 ESTRUCTURA BÁSICA DEL PAVIMENTO
 - 3.1.5 CARPETA ASFÁLTICA

- 3.1.6 ASFALTOS UTILIZADOS EN CARPETAS DE RODADURA
 - 3.1.7 MEZCLA ASFÁLTICA
 - 3.1.7.1 DEFINICIÓN
 - 3.1.7.2 COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA
 - 3.1.7.3 TIPOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS
 - 3.1.8 MATERIALES UTILIZADOS EN CARPETA ASFALTICA
 - 3.1.8.1 ASFALTOS
 - 3.1.8.2 AGREGADOS PARA LA MEZCLA
 - 3.1.9 PRUEBAS DE LABORATORIO
 - 3.1.10 CONTENIDO DE ASFALTO
 - 3.1.11 FUNDAMENTOS BASICOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA
 - 3.1.12 FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES
 - 3.1.13 EVALUACIÓN DE CONTROL DE CALIDAD Y MEJORAMIENTO DE
 - 3.1.14 PROCEDIMIENTOS A SEGUIR EN LA EVALUACIÓN DE UN PAVIMENTO ASFÁLTICO EXISTENTE
 - 3.1.15 CAUSAS Y EFECTOS DE INESTABILIDAD EN EL PAVIMENTO
 - 3.1.16 CAUSAS Y EFECTOS DE UNA POCA DURABILIDAD
- 3.2. MARCO LEGAL
- 3.2.1 NORMAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO PARA MATERIALES DE
 - 3.2.2 EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA
 - 3.2.3 PORCENTAJE DE EXTRACCIÓN DEL ASFALTO ASTM D 2172 (1995) AASHTO T 164 Competencias Técnicas de Laboratorio en Mezclas Asfálticas.
 - 3.2.3.1 ALCANCE
 - 3.2.3.5 BALANZA ANALÍTICA
 - 3.2.3.6 PRECAUCIONES
 - 3.2.3.7 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA
 - 3.2.3.8 PREPARACION DE LA MUESTRA DE ENSAYO
 - 3.2.3.9 CÁLCULO DEL CONTENIDO DE ASFALTO
- 3.3 GLOSARIO

CÁPITULO IV: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

4.- METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 GENERALIDADES

- 4.2 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
 - 4.2.1 TIPO DE LA INVESTIGACIÓN
 - 4.2.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
 - 4.2.3 MUESTREO
- 4.3 METODOLOGIA APLICADA
 - 4.3.2 PARA LA CARPETA ASFÁLTICA
 - 4.3.2.1 TRABAJO DE CAMPO
 - 4.3.2.2 TRABAJOS DE LABORATORIO
 - 4.3.2.3 TRABAJOS DE GABINETE

CAPITULO V: EVALUACIÓN DE LA CARPETA ASFALTICA PROGRESIVAS KM 00 + 000 AL KM 10 + 000

- 5.1 EVALUACIÓN PRELIMINAR
- 5.2 RECONOCIMIENTO
 - 5.2.1 INSPECCIÓN VISUAL DE DAÑOS
 - 5.2.2 DAÑOS VISUALIZADO EN LA EVALUACION DE LA CARRETERA
 - 5.2.3 EVALUACIÓN DE LA TEXTURA SUPERFICIAL EN LA CARRETERA
EVALUADA
 - 5.2.3.1 DISGREGACIÓN.
 - 5.2.3.2 AGRIETAMIENTOS Y FISURAS.
 - 5.2.4 MATERIALES Y EQUIPO PARA LA EVALUACIÓN
 - 5.2.4.1 RECURSOS MATERIALES
 - 5.2.4.2 MATERIALES PARA EL TRABAJO DE GABINETE
 - 5.2.5 EVALUACIÓN DE LA CARPETA ASFALTICA
 - 5.2.6 TRABAJO DE CAMPO CON EQUIPO SACA NÚCLEOS
 - 5.2.6.1 EJECUCIÓN DEL MUESTREO
 - 5.2.7 ENSAYOS DE LABORATORIO
 - 5.2.8 TRABAJO DE GABINETE
 - 5.2.8.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

CAPITULO VI: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DEL SISTEMA PLANTEADO

- 6.1 APRECIACIÓN DE LA CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CARPETA
ASFALTICA.
 - 6.1.1 APRECIACIÓN DE LA GRANULOMETRIA:
 - 6.1.2 APRECIACIÓN DEL CONTENIDO ASFALTICO

6.1.4 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS DEL SISTEMA PLANTEADO.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

IMAGEN SATELITAL DE LA CARRETERA FORMATOS LABORATORIO

ANEXOS

- PANEL FOTOGRÁFICO
 - RECONOCIMIENTO DE LA CARRETERA (Av. Los Angeles)- POCOLLAY - CALANA TRAMO (KM 00+000 AL KM 10+000)
 - FALLAS EN EL PAVIMENTO DE LA CARRETERA Av. LOS ANGELES POCOLLAY-CALANA TRAMO (KM 00+000 AL KM 10+000)
 - EXTRACCION DE MUESTRAS EN EL PAVIMENTO DE LA CARRETERA Av. LOS ANGELES POCOLLAY-CALANA TRAMO (KM 00+000 AL KM 10+000)
 - ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO DE LAS MUESTRAS DE LA CARRETERA Av. LOS ANGELES POCOLLAY-CALANA TRAMO (KM 00+000 AL KM 10+000)
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EXTRACTOR CENTRÍFUGO DE ASFALTO
- PLANOS

INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación realizado de la evaluación del diseño de la carpeta asfáltica consiste, en determinar el estado que presenta el pavimento existente, con el fin de contribuir a la correcta dosificación de las mezclas asfálticas como también, para establecer y cuantificar las necesidades de rehabilitación si fuera necesario, el uso de diseño de mezclas del asfálticas tiene como objetivo determinar propiedades volumétricas del agregado y ligante asfáltico en la carpeta asfáltica, ya que depende como se comportara la superficie de rodamiento en el periodo de vida de servicio más los factores de tránsito y clima que presenta.

La cantidad de fallas que presenta un pavimento y que afectan su vida de servicio, frecuentemente corresponden a defectos constructivos, presencia de humedad (clima) o al aumento de tránsito en mayor número que el proyectado en el diseño; con el fin de dar solución habrán de ser corregidos mediante labores de mantenimiento o conservación.

El diseño de una mezcla asfáltica, consiste en seleccionar la calidad de los agregados y granulometría de la mezcla a emplear, así como el tipo y cantidad de asfalto de acuerdo al clima y a las cargas que están presentes durante su vida útil del pavimento; para conseguir un pavimento asfáltico que cumpla con los parámetros de diseño adecuado, es importante las propiedades de los materiales, la producción y la colocación de mezcla como también el espesor y nivel de rigidez del pavimento.

En el presente trabajo de investigación tiene como fin determinar la composición de la mezcla mediante ensayos de extracción, obteniendo el porcentaje de

asfalto y granulometría de los áridos siempre con relación a los métodos del diseño.

El desarrollo de carreteras y la tecnología del asfalto, nos ha impulsado a preparar el presente trabajo de evaluación del diseño de la carpeta asfáltica desarrollada en la presente tesis, cuya finalidad es verificar la correcta dosificación de la mezcla asfáltica empleada en la carretera Pocollay -Calana (Av. Los Angeles). La elección de esta carretera para aplicar presente tesis es en el tramo Km. 0+000 al Km. 10+000, se debió a que es una importante vía que beneficia a los distritos de Pocollay y Calana.

La realización de la presente tesis que lleva como marco la Evaluación del diseño de la Carpeta Asfáltica en la Carretera Pocollay - Calana (Av. Los Angeles), entre las progresivas Km. 0+000 hasta Km. 10+000 nos ha motivado realizar porque se han detectado problemas de orden técnico y diseño de la carpeta asfáltica en la construcción de la misma, mediante inspección visual de daños.

El presente trabajo está dividido en capítulos, donde el primer capítulo presenta Planteamiento del Problema, el segundo capítulo presenta Información de la Carretera a Evaluar, tercer capítulo presenta Marco Teórico y Conceptual, cuarto capítulo presenta la metodología de la Investigación, quinto capítulo presenta Evaluación de la Carpeta Asfáltica, sexto capítulo muestra Presentación de Resultados del sistema planteado y séptimo capítulo presenta conclusiones y recomendaciones.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El presente trabajo de tesis se realiza para efectuar un adecuado estudio orientado a evaluar y analizar de la carpeta asfáltica de la carretera Pocollay-Calana (Av. Los Angeles) de tramo KM 00+000 al KM 10+000; para que, apoyados en el uso del Equipo Extractor Centrifuga podamos llegar a determinar y/o verificar, la forma en que se llega a utilizar los materiales que se involucran dentro de un pavimento asfáltico; así como su correcta dosificación.

El mantenimiento que se está dando a la carretera Pocollay - Calana (Av. Los Angeles) de tramo KM 00+000 al KM 10+000 por parte del Gobierno Regional de Tacna solo consiste en mantener la infraestructura vial tal cual se encuentra, los trabajos que se realizan son sellados, parchados, limpieza de carretera y trabajos menores, no a trabajos de mejora de la carpeta asfáltica.

No sé a encontrado algún estudio de evaluación de la carpeta asfáltica de la carretera Pocollay-Calana de tramo KM 00+000 al KM 10+000 por parte de Previas ni por el Gobierno Regional de Tacna.

En cuanto a la calidad de las mezclas asfálticas, el comportamiento típico de todo pavimento ya sea de nueva construcción o después de una reparación, es que sus características iniciales se van degradando con el transcurso del tiempo. En muchos casos los pavimentos son dañados desde el mismo proceso constructivo por lo tanto se debe prestar atención tanto a los procesos mecánicos como térmicos que forman parte de la

construcción del pavimento. Si un pavimento asfáltico es sometido al paso repetido de vehículos pesados, sufre una serie de deformaciones en la carpeta de rodadura los cuales se transforman en esfuerzos de tracción.

La acumulación de esfuerzos en la capa de rodadura, dan origen a las micro fisuras que con el tiempo fracturan todo el espesor de la carpeta de rodadura, debilitando la estructura del pavimento y permitiendo el paso del agua a las capas inferiores, todo esto viene a repercutir en la capacidad soporte y permite la aparición de deformaciones permanentes en dichas capas.

Muchas capas bituminosas de rodadura fallan por problemas asociados al daño por envejecimiento, antes que por las solicitaciones impuestas por los vehículos.

Frente a esta problemática se han intentado soluciones en el diseño que consisten frecuentemente en aumentar el contenido de asfalto en las mezclas para lograr una película de ligante de mayor espesor envolviendo a los áridos y reducir el porcentaje de vacíos. Sin embargo, un exceso de betún suele derivar en exudaciones y escurrimientos, además de encarecerse el producto final.

El deterioro en los pavimentos está relacionado con la insuficiente capacidad de los materiales que los conforman para soportar sin rotura las tensiones y deformaciones que originan las cargas del tránsito, cambios de temperatura y cambios de volumen de la sub-rasante como lo son asentamientos e hinchamientos. El tipo de falla que se presentará en un pavimento asfáltico depende de cómo se conjuguen los factores siguientes: los efectos del tránsito, las características mecánicas de los materiales

utilizados en la conformación de cada capa del pavimento, y el tipo de apoyo que la sub-rasante le proporcione a las capas superiores del pavimento asfáltico.

La causa de esta realidad que se observa en la zona, motivó a la evaluación de la carpeta asfálticas a fin de conocer las propiedades y el contenido de asfalto proporcionados en la carpeta asfáltica.

Por todos estos aspectos nos programamos realizar la presente investigación en la que autoridades responsables y población en general tomen conciencia del problema para dar seguridad y confort a las infraestructuras viales construidas a nivel del pavimento flexible, y disminuir el riesgo a que puedan presentarse, Agrietamientos o fisuras, deformaciones, desintegración, exudación y otros.

1.2.- ENUNCIADO DEL PROBLEMA

¿Cuál será el contenido óptimo de asfalto en la carpeta asfáltica al evaluar la carretera Pocollay-Calana del Km 00+000 al Km 10+000?

Además nos permitimos plantear los problemas específicos siguientes:

¿Podemos obtener su máxima calidad o vida útil realizando un exhaustivo control de calidad, en los materiales para el diseño de las mezclas asfálticas?

¿Qué causas y efectos presentarían bajo contenido y/o exceso de asfalto en mezclas asfálticas en las infraestructuras viales?

¿Influye el contenido de asfalto ligante en mezclas asfálticas?

1.3.- JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El presente estudio de investigación tiene como propósito fundamental la evaluación y análisis de la conformación de la carpeta asfáltica de la carretera Pocollay - Calana (Av. Los Angeles), de la progresiva Km 00+000 a la progresiva Km 10+000; para que, apoyados en el uso del Equipo Extractor Centrifuga podamos llegar a determinar y/o verificar, la forma en que se llega a utilizar los materiales que se involucran dentro de un pavimento asfáltico; así como su correcta dosificación, para así buscar soluciones que eviten que se presenten fisuramientos, ahuellamientos y corrugamientos con mayor rapidez de su vida útil, para reducir los costos de mantenimiento y elevar el grado de serviciabilidad, permitiendo un mejor desempeño del tránsito vehicular.

La tarea de diseño de la conformación de la carpeta asfáltica que puedan resistir las condiciones adversas a las que estarán expuestas, propias de la zona, además del tipo de transporte que circulara plantea en consecuencia un reto difícil que compromete los esfuerzos de los expertos en pavimentos, para la búsqueda de soluciones originales. Ante la persistencia del deterioro del pavimento, a pesar del uso de una estructura con la adopción de cuidados especiales para el diseño y la conformación de la carpeta asfáltica del pavimento, la tendencia es elaborar una solución adoptando una posición más realista, buscando la correcta dosificación en las mezclas asfálticas, el volumen y calidad de agregados de las mismas y la cantidad de asfalto a emplear,

Para trabajo de investigación fue necesario el uso de recursos humanos, materiales y equipos para el desarrollo del mismo, de igual manera los conceptos teóricos adecuados, luego se expondrá la metodología y

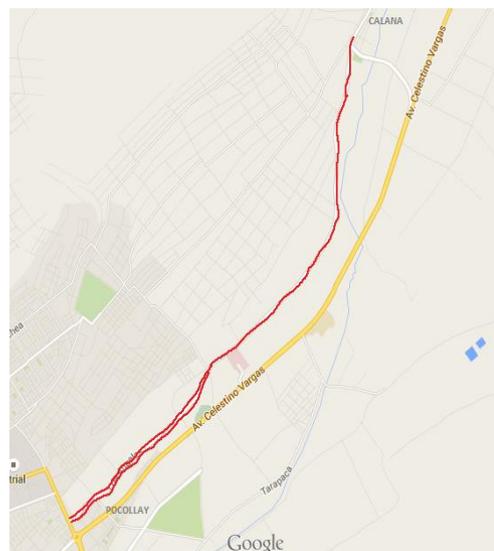
procedimientos aplicados para su desarrollo. Posteriormente se analizarán los resultados obtenidos en el campo, determinando en un principio la granulometría de los agregados empleados, así como la cantidad de asfalto empleado en la carpeta asfáltica, a fin de observar las características de la carpeta asfáltica asfáltica. Para verificar como se encuentra el contenido del asfalto respecto al peso seco del agregado es necesario averiguar cuál es el contenido óptimo de asfalto para ese tipo de material, de esta manera nos daremos cuenta como se encuentra el contenido de asfalto respecto al óptimo.

1.4.- DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Como se mencionó anteriormente, se evaluara y analizara la conformación de la carpeta asfáltica de la carretera Pocollay - Calana, de las progresivas KM 00+000 a la progresiva KM 10+000 de la ciudad de Tacna, provincia Tacna.

Se consideró la utilización de métodos destructivos para extraer testigo de concreto asfáltico tal es el caso el equipo saca núcleos, extractor centrifugo de asfalto en el laboratorio para determinar el porcentaje de asfalto, con el propósito de compararlos con las normas y proceder a su análisis e interpretación y deducir las conclusiones calificándola un buen o mal diseño.

La vía que se evaluara será la Av. Los Ángeles. Por las condiciones del estudio, solo se evaluaran los tramos ya construidos de dichas vialidades.



1.5.- ANTECEDENTES

La ejecución de la Obra “Mejoramiento de la Prolongación Av. Los Angeles, Distrito Pocollay - Tacna – Tacna” de la carretera se realizó en la gestión edil de la Municipalidad Distrital de Pocollay siendo alcalde el Sr. Fausto Foraquita Mendoza, en el periodo de Gobierno de 2007 al 2010 se realizó la pavimentación en el año 2007.

El expediente técnico fue elaborado por la Municipalidad Provincial de Tacna Esta carretera se encuentra ubicada en la parte norte de la Ciudad de Tacna.

1.6.- OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo General

Evaluar la correcta dosificación de las mezclas asfálticas utilizada en la construcción del pavimento de la carretera Pocollay - Calana, realizada entre las progresivas Km. 00+000 al Km. 10+000.

1.6.2 Objetivos específicos

Con la ayuda de un equipo “Extractor Centrifugo” usado en el laboratorio, se busca.

- Aplicar el equipo “**Extractor Centrifugo**” (para el lavado asfáltico), para comprobar el contenido óptimo de asfalto ligante y calidad de agregados utilizados en la ejecución de la obra.
- Determinar las propiedades físicas del agregado, utilizado en la capa asfáltica y que cumplan con las características y parámetros exigidos por las normas ASTM ;AASHTO
- Evaluar si el método utilizado, ya sea en caliente o en frío, es el adecuado para el tipo de tránsito en la zona.
- Proponer alternativas de obtención y uso del porcentaje del asfalto en las mezclas asfálticas de manera que se garantice el buen comportamiento de las estructuras de concreto asfáltico, sujetas a diversas condiciones de exposición y servicio, considerando los respectivos costos de producción.
- Impulsar el cambio de la conducta empírica que se tiene en el diseño, utilización y manejo de la calidad de los materiales para la ejecución de obras de concreto asfáltico.



CAPITULO II

INFORMACIÓN DE LA CARRETERA A EVALUAR

2.1.- INFORMACIÓN DE LA CARRETERA A EVALUAR

2.1.1 UBICACIÓN

La carretera Pocollay – Calana (Av. Los Angeles) se encuentra ubicado en la parte norte de la ciudad de Tacna, a una altura promedio de 739 m.s.n.m sus coordenadas geográficas son los siguientes: Latitud 17° 58' 46.43" S y Longitud 70° 12' 27.06" O.

Región	:	Tacna
Departamento	:	Tacna
Provincia	:	Tacna
Distrito	:	Pocollay - Calana



2.1.2 CARACTERISTICAS

La carretera Pocollay - Calana (Av. Los Ángeles) es un eje de conexión vial entre distritos de Pocollay y Calana. La carpeta asfáltica es una o más aplicaciones de material bituminoso y distribución de agregados, sobre la base previamente imprimada, presenta una textura superficial adaptada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos.

Las características que presenta en base a una inspección visual, este presenta una disgregación o desintegración de la superficial en el tramo correspondiente al distrito de Pocollay, en la sección transversal tanto longitudinal, que no permite una adecuada comodidad a los usuarios; mientras en el tramo correspondiente a Calana la vía se encuentra en buenas condiciones, en la sección transversal y longitudinal, presentando un color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos el cual permite una adecuada comodidad a los usuarios en función de la velocidad de circulación y seguridad.

La carretera es de pavimento flexible, de una estructura que soporta directamente las solicitaciones del tránsito y aporta las características funcionales, estructuralmente, la carpeta absorbe los esfuerzos horizontales y parte de los verticales, ya que las cargas de los vehículos se distribuyen hacia las capas inferiores por medio de las características de fricción y cohesión de las partículas de los materiales y la carpeta asfáltica se pliega a pequeñas deformaciones de las capas inferiores sin que su estructura se rompa.

Longitud de tramo	: 10.00 km. (km 00+000 al km 10+000)
Gradiente topográfico	: de 2.00 a 3.50 %
Bombeo	: 2.00 % (por reglamento)

Temperatura del proyecto : 13 a 24 °c

Ligante asfáltico empleado : Asfalto Rc-250

2.1.3 LOCALIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD

LOCALIZACIÓN

El tramo de la carretera, razón de la presente tesis se encuentra en el departamento de Tacna provincia de Tacna con una longitud de 10 km específicamente entre el Km 00+000, Km 10+000 de la carretera Pocollay-Calana (Av. Los Angeles).

ACCESIBILIDAD

La zona del proyecto es accesible por vía terrestre, así tenemos que con la carretera partiendo desde la ciudad de Tacna y por la vía que va a Pocollay, Calana, Pachia.



POCOLLAY - CALANA

Expediente Técnico: “Mejoramiento de la Prolongación Av. Los Angeles Distrito de Pocollay – Tacna – Tacna”

2.1.4 CLASIFICACIÓN:

a) Según su función, es de Red Vial Vecinal, ya que constituyen la red vial circunscrita al ámbito local, cuya función es articular las capitales de provincia con capitales de distrito, éstos entre sí, con centros poblados y zonas de influencia local, esta carretera une los Distritos de Pocollay y Calana.

b) De acuerdo a la Demanda, carreteras de segunda clase son aquellas de una calzada de dos carriles (DC) que soportan un IMDA de 2000 a 401 veh/día, según el estudio del expediente técnico indica que es de imda=800 veh/día (ITEM 2.1.7), lo que lo clasifica como de segunda clase de acuerdo a la norma EG-2013.



Red Vial Vecinal o Rural.- Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito local, cuya función es articular las capitales de provincia con capitales de distrito, éstos entre sí, con centros poblados o zonas de influencia local y con las redes viales nacional y departamental o regional.

2.1.5 DESCRIPCIÓN DEL PAVIMENTO

Se ha observado el lugar de la carretera para la información del pavimento que está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados.

Así, el pavimento de la carretera Pocollay - Calana (Av. Los Angeles) está compuesto por pavimento flexible, cuya superficie de rodadura está constituido para una mezcla de tipo concreto asfáltico elaborado en frío, de diferentes espesores.

2.1.6 IMPORTANCIA

Todo tipo de vehículos, al hacer su ingreso a la ciudad de Tacna, provenientes de Calana y Pachia lo hacen a través de la carretera Pocollay - Calana (Av. Los Angeles).

En nuestro país la infraestructura vial se ha aumentado considerablemente el parque automotor, el incremento de tránsito en las ciudades; lo mismo sucedido en nuestra ciudad, dando como resultado el aumento de un número considerable de autos particulares, de empresas particulares, de empresas de transportes urbano e inter urbano de pasajeros y carga que hacen uso de esta carretera.

Esta carretera comunica la parte interdistrital hacia el sector norte de la ciudad de Tacna y es, además partícipe del sistema vial de acceso a la ciudad de vehículos inter distritales procedentes del mismo departamento.

En resumen, la ubicación, función, composición, tránsito y el deterioro de la carpeta asfáltica, con la presencia de asentamientos en el pavimento flexible y por estar compuesta esta carretera con diferentes tipos de

estructuras de pavimento; es importante y necesario evaluar el estado de la carpeta asfáltica del pavimento para brindar alternativas de solución en la conservación, mantenimiento, reparación y/o rehabilitación; mejorando la transitabilidad y proveyendo de niveles adecuados de serviciabilidad, seguridad y comodidad a los usuarios.

2.1.7 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO:

- Datos del C.B.R. : Valor de C.B.R. para diseño 19.50%
- Calculo de Índice Medio Diario (IMD) : Se determina la clasificación vehicular, volumen de transito diario. Intensidad media semanal y cálculo de volumen de transito promedio diario anual (IMD). De estos datos, el índice Medio Diario (IMD), para el diseño estructural del Pavimento, varía entre 400 y 800 veh/día, según el tipo de avenida. Calle o pasaje. Para este caso es $IMD = 800$.
- Calculo del número de transito diario promedio Anual (N): Transformamos a cargas equivalentes de 8.20 tn. (18 000 lb) por eje sencillo, según factores proporciones por el mismo método del Instituto del asfalto.

$$N=IMD (A/100*B/100)$$

Dónde:

A/100: % de vehículos pesados en dirección del tránsito, A=20 vehículos.

B/100: % de pesados en el carril de diseño, B=se obtiene de la siguiente tabla:

Porcentaje del Total de Vehículos Pesados en el carril de Diseño	
# total de carriles	% de vehiculos pesados del carril de diseño
1	100
2	50
4	45 (35 y 48)
5 o a más	40 (25 y 48)

La Avenida los Ángeles son de 2 carriles => B=50%

Reemplazando, $N=800(20/100)*(50/100)=80$

- Calculo de numero de transito inicial (NTI): Es un factor adimensional que define el índice de tránsito en base a la caga límite legal, el peso bruto promedio de vehículos pesados y el N.

Se calcula con el nomograma (análisis de tránsito), se toma como datos:

Peso promedio de vehículos pesados (miles de libra) = 44 091,71 lb.

Carga límite legal = 18 000 lb.

Ingresando el peso (Vertical D) y cruzando con N (Vertical C) se llega a la línea auxiliar (Vertical B) cuya intersección con la carga (Vertical E) arroja el punto NTI de 45 (Vertical A).

- Cálculo del número de tránsito de diseño (NTD): Es el factor adimensional que finalmente sirve para determinar el espesor de pavimento.

Para un periodo de diseño de 20 años y una tasa de crecimiento anual de 6%, hallamos el factor de ajuste del tránsito inicial, utilizando la siguiente tabla:

Periodo de diseño (años)	% de crecimiento anual				
	2	4	6	8	10
1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
2	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
4	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23
6	0.32	0.33	0.35	0.37	0.39
8	0.43	0.46	0.50	0.53	0.57
10	0.55	0.60	0.66	0.72	0.80
12	0.67	0.75	0.84	0.95	1.07
14	0.80	0.92	1.05	1.21	1.40
16	0.93	1.09	1.28	1.52	1.80
18	1.07	1.28	1.55	1.87	2.28
20	1.21	1.49	1.84	2.29	2.86
25	1.60	2.08	2.74	3.66	4.92
30	2.03	2.80	3.95	5.66	8.22

De la tabla se deduce que el factor de ajuste es 1.84

$$\Rightarrow \text{NTD} = \text{NTI} (\text{factor de ajuste}) = 60 * 1.84 = 110.40$$

- Cálculo del espesor total de la estructura del pavimento: Con datos anteriormente y utilizando el nomograma del instituto del asfalto (determinación del espesor del pavimento), podemos calcular el espesor total del pavimento.

Con el NTD (vertical C) se traza recta hasta encontrar el valor de CBR (%) y se prolonga hasta la vertical A para encontrar el espesor total de la base asfáltica y carpeta asfáltica en pulgadas. En este caso, con $\text{NTD} = 110.40$ y $\text{CBR} = 19.50\%$, se halla un C.A. de 5.30"

Para determinar el espesor de la base de la base granular determinamos primero el espesor de capa de rodamiento según la

siguiente tabla:

Espesores mínimos de carpeta asfáltica	
Valor de tránsito para diseño	Espesor mínimo de carpeta asfáltica sobre base de concreto asfáltico
Menor de 10 (tránsito reducido)	1" (2,50 cm)
Entre 10 y 100 (tránsito mediano)	1 ½" (3,80 cm)
Mayor de 100 (tránsito intenso)	2" (5,0 cm)

Nuestro valor de tránsito para el diseño se encuentra en mayor que 100 (NTD=110.40), por lo que según el cuadro anterior nuestra carpeta asfáltica tendría un espesor de 2”.

El espesor total de la base de concreto asfáltico determinado es de 5.30”, del cual descontamos el espesor de capa de rodamiento y tenemos el espesor de cemento asfáltico que se reemplazara por una base granular: $5.30'' - 2'' = 3.30''$

Para determinar el espesor de base granular el instituto del asfalto sugiere al respecto las siguientes relaciones:

Relación de capas de la estructura del pavimento	
Capas convencionales	Relación
Entre base granular y base de concreto asfáltico	2.00 : 1.00
Entre sub base granular y base de concreto asfáltico	2.70 : 1.00
Entre cub base y base granular	1.35 : 1.00

- Calculo de espesores de la estructura del pavimento: Según el método del instituto del asfalto y el cuadro anterior, la relación entre la capa de concreto asfáltico y la base granular es de 1:2, por lo que el espesor de la base granular será de $3.3'' \times 2 = 6.6''$ (16.5 cm. Redondeando = 20 cm.) y el espesor de carpeta asfáltica será de 2”, pero como existe una base granular existente de 25 cm. Para no eliminar la diferencia se sugiere conservar el mismo espesor existente. Por lo tanto, los espesores finales son:

- Espesor de base granular : 25.00 cm.
- Espesor de carpeta asfáltica : 2.00 “
- Espesor total del pavimento : 30.00 cm.

2.1.8 DISEÑO MEZCLA DEL PAVIMENTO:

En el expediente encontrado sobre el proyecto de pavimentación, no se encontraba adjunto el diseño de mezclas, solo menciona la elaboración de ensayos de estabilidad.



CAPITULO III

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.- MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

3.1 CONCEPTOS Y GENERALIDADES

3.1.1 GENERALIDADES

En el diseño de pavimentos flexibles se ve condicionado por problemas de fallas, los cuales pueden ser: asentamientos diferenciales, deformaciones plásticas, factores climáticos, la intensidad del tránsito circulante, el cual requiere de conservación y mantenimiento, eficiente, rápida y económica.

Los pavimentos cuando están apropiadamente diseñados y construidos, cada tipo proporcionará un pavimento vial satisfactorio, por lo que para el diseño de pavimento se hace necesario estudios completos de suelo y materiales, para de esta forma definir el adecuado diseño estructural del pavimento; implicando así mismo el diseño de mezclas, para finalmente determinar el espesor de una o varias capas que constituyen el pavimento y la forma de conocer la calidad de los materiales que la componen.

Así el pavimento al ser una superficie de rodadura, rígida o flexible, su rendimiento y calidad, dependerán principalmente; del terreno de fundación el mismo que debe ser tratado convenientemente.

3.1.2 PAVIMENTO

Se define como la capa o conjunto de capas de materiales apropiados, comprendidas entre la subrasante y la superficie de rodamiento, cuyas principales funciones son las de proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, de color y textura apropiados, resistente a la acción del tránsito, a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales; así como transmitir adecuadamente los esfuerzos a la subrasante, de modo que esta no se deforme de manera perjudicial.

3.1.3 CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS

En nuestro medios los pavimentos se clasifican en: Pavimentos flexibles, Pavimentos rígidos.

Los pavimentos se denominan flexibles o rígidos por la forma en que transmiten los esfuerzos y deformaciones a las capas inferiores que dependen de la relación de rigideces relativas de las capas. Un pavimento flexible transmite esfuerzos concentrados en una pequeña área, mientras que un pavimento rígido distribuye los esfuerzos en una mayor área.

3.1.3.1 PAVIMENTO FLEXIBLE

Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub-base. No obstante puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra.

Es una estructura que soporta las cargas debidas al tránsito y las distribuye uniformemente a la sub-rasante; su estabilidad depende de las características de los materiales y de los espesores de las capas que lo constituyen.

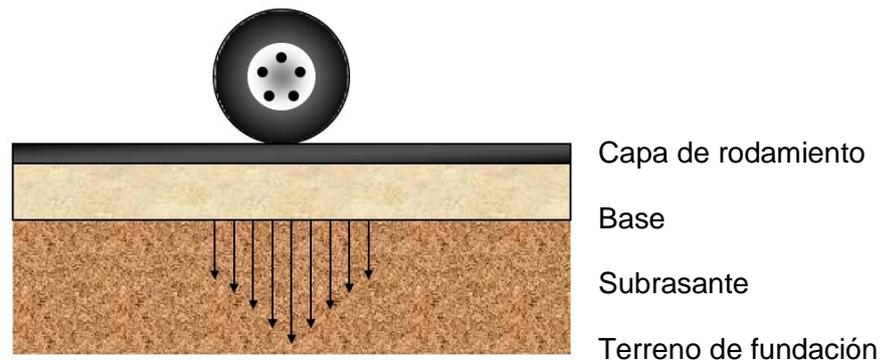


Figura 3-1. Pavimento flexible.

Céspedes Abanto Jose, 2002 – “Los Pavimentos en las Vías Terrestres: Calles, Carreteras y Aeropistas” Primera Edición

El pavimento flexible, que está compuesto por sub - base, base y carpeta asfáltica. El pavimento flexible debe proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistente a la acción del tránsito, a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales, así como transmitir a las terracerías los esfuerzos por las cargas del tránsito.

Entre las características principales que debe cumplir un pavimento flexible se encuentran las siguientes:

- Resistencia estructural.
- Deformabilidad.
- Durabilidad.
- Costo.
- Requerimientos de conservación.
- Comodidad.

Resistencia estructural

Debe soportar las cargas impuestas por el tránsito que producen esfuerzos normales y cortantes en la estructura. En los pavimentos flexibles se consideran los esfuerzos cortantes como la principal causa de falla desde el punto de vista estructural. Además de los esfuerzos cortantes también se tienen los producidos por la aceleración, frenaje de los vehículos y esfuerzos de tensión en los niveles superiores de la estructura.

Rico y Del Castillo 1984."Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres, Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas"

Durabilidad

La durabilidad está ligada a factores económicos y sociales. La durabilidad que se le desee dar al camino, depende de la importancia de este. Hay veces que es más fácil hacer reconstrucciones para no tener que gastar tanto en el costo inicial de un pavimento.

Requerimientos de conservación

Los factores climáticos influyen de gran manera en la vida de un pavimento. Otro factor es la intensidad del tránsito, ya que se tiene que prever el crecimiento futuro. Se debe de tomar en cuenta el comportamiento futuro de las terracerías, deformaciones y derrumbes. La degradación estructural de los materiales por carga repetida es otro aspecto que no se puede dejar de lado.

La falta de conservación sistemática hace que la vida de un pavimento se acorte.

Comodidad

Para grandes autopistas y caminos, los métodos de diseño se ven afectados por la comodidad que el usuario requiere para transitar a la velocidad de proyecto. La seguridad es muy importante al igual que la estética.

Ventajas y desventajas de un pavimento flexible

Ventajas:

1. Adaptable para construcciones estables.
2. Bajo costo, puede lograrse mano de obra local, así como materiales o equipos de la zona.

3. Fácil construcción y reparación de deterioros,
4. Bajo costo inicial, excepto en los tipos superiores.
5. Resistente a la formación de capas de hielo.
6. Gran variedad de tipos que permite un amplio juego de condiciones.
7. No tiene uniones.
8. Tiene condiciones que permiten su rehabilitación y reconstrucción.
9. Puede someterse inmediatamente al tráfico.

Desventajas:

10. Un mal drenaje permite al agua disminuir la capacidad portante de las capas y por lo tanto la destrucción del pavimento.
11. La construcción debe hacerse en épocas que no llueva para no malograr la compactación de sus capas.
12. En aeropuertos para grandes aviones su uso no es muy recomendable por ser afectado por las altas temperaturas de las turbinas y por la presencia de aceites; y combustibles que caen al pavimento.



Colocado de Mezclas Asfálticas

3.1.4 ESTRUCTURA BÁSICA DEL PAVIMENTO

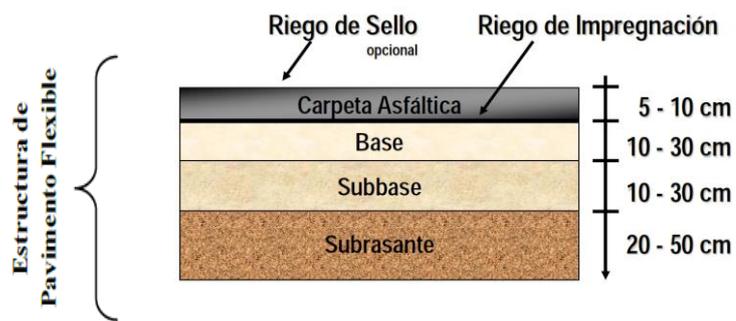
El pavimento flexible estructuralmente está conformado por los siguientes elementos (ver figura 1.1)

Capa de rodadura: Es una capa o un conjunto de capas que se colocan sobre la base y está constituida por material pétreo mezclado con algún producto asfáltico (cemento asfáltico, asfalto líquido, emulsión asfáltica).

La función principal de la carpeta, consiste en proporcionar al tránsito una superficie estable, uniforme, impermeable y de textura apropiada.

Base: Es una capa de material que puede ser granular la cual está conformada por piedra triturada y mezcla natural de agregado y suelo; también puede ser una base estabilizada la que está construida con cemento Portland, cal o materiales bituminosos. Estas deben tener la suficiente resistencia para recibir la carga de la superficie arriba de ella y transmitir a un nivel de esfuerzo adecuado a la capa siguiente, que puede ser una sub.- base o una sub-rasante.

Sub-base: Capa de material cuya función es transmitir los esfuerzos a la capa sub-rasante de manera adecuada y además constituir una transmisión entre los materiales de la base y la sub-rasante, de tal modo que se evite la contaminación y la interpenetración de dichos materiales, disminuir efectos perjudiciales en el pavimento ocasionados por cambios volumétricos y rebote elástico del material de las terracerías o del terreno de cimentación, reducir el costo de pavimento ya que es una capa que por estar bajo la base queda sujeta a menores esfuerzos y requiere de especificaciones menos rígidas, las cuales pueden satisfacerse con materiales de menor costo generalmente encontrados en la zona.



Estructura Básica de los Pavimentos Asfálticos

(Figura 1.1)

La carpeta asfáltica es la parte superior del pavimento flexible que proporciona la superficie de rodamiento, es elaborada con material pétreo seleccionado y un producto asfáltico dependiendo del tipo de camino que se va a construir, las principales características que debe cumplir el pétreo son las siguientes:

- a) Un diámetro menor de una pulgada y poseer espesores en grados sucesivos adecuados.
- b) Deberá tener cierta dureza para lo cual se le efectuarán los ensayos de Desgaste los Ángeles, intemperismo acelerado, densidad y durabilidad.
- c) La forma de la partícula deberá ser lo más cúbica posible, no debe usarse material en forma de laja o aguja pues se rompen con facilidad, alterando la granulometría y puede provocar fallas en la carpeta, se efectúan pruebas de equivalente de arena ya que los materiales finos en determinados porcentajes no resultan adecuados.
- d) La superficie de rodamiento debe tener capacidad para resistir el desgaste y los efectos abrasivos de los vehículos en movimiento y poseer suficiente estabilidad para evitar daños por la carga de tránsito.

Cuando la carpeta se construye con espesores mayores o iguales a 2.5 cm., se considera que contribuye al resto de capas a soportar las cargas y distribuir los esfuerzos.

3.1.5 CARPETA ASFÁLTICA

La carpeta asfáltica es la parte superior de un pavimento flexible. Es una capa de material pétreo cementado con asfalto que se coloca sobre la base.

Los materiales pétreos son suelos inertes que se consiguen en ríos, arroyos o depósitos naturales. Para poder ser empleados en la carpeta asfáltica deben cumplir con ciertas características dadas por la granulometría, dureza, forma de la partícula y adherencia con el asfalto.

El contenido óptimo de asfalto para una carpeta, es la cantidad de asfalto que se necesita para formar alrededor de la partícula una membrana con un espesor suficiente para resistir los elementos del intemperismo, para que el asfalto no se oxide. El espesor no debe ser muy grande porque se pierde resistencia y estabilidad.

Se recomienda que las partículas que se utiliza tengan forma esférica, ya que las que son en forma de laja o de aguja pueden romperse muy fácilmente y afectar la granulometría.

Las funciones de la carpeta asfáltica son las siguientes:

- Proporcionar una superficie de rodamiento que permita un tránsito fácil y cómodo para los vehículos.
- Impedir la infiltración de agua de lluvia hacia las capas inferiores.
- Resistir la acción de los vehículos.

CARPETAS ASFÁLTICAS

Antes de explicar los diferentes tipos de carpetas asfálticas, es importante saber que para construir cualquiera de ellas, se debe contar con una base debidamente conformada, compactada, impregnada y seca.

3.1.6 ASFALTOS UTILIZADOS EN CARPETAS DE RODADURA

La mayoría de asfaltos utilizados en proyectos viales provienen de la refinación del petróleo, este proceso produce una gran variedad de tipos y grados de asfaltos que van desde sólidos duros y frágiles a líquidos poco viscosos.

El asfalto en estado semi-sólido es conocido como cemento asfáltico, en relación a la mezcla asfáltica utilizada en los pavimentos flexibles estos pueden dividirse en pavimentos con mezcla en caliente, pavimentos con mezcla en frío.

3.1.7 MEZCLA ASFÁLTICA

3.1.7.1 DEFINICIÓN

Es una mezcla homogénea de agregados pétreos y un ligante asfáltico, para ser empleados en la conformación de la capa de rodadura de los pavimentos flexibles, previo transporte, extensión y compactación consiguientes.

3.1.7.2 COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA

Las mezclas asfálticas están constituidas por:

Aproximadamente por un 90 % de agregados de piedra y arena gruesa, un 5% de polvo mineral (filler que pasa la malla # 200) y otro 5% de ligante asfáltico.

El ligante asfáltico y el polvo mineral son los dos elementos que más influyen tanto en la calidad de la mezcla asfáltica como en su costo total.

3.1.7.3 TIPOS DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

Mezclas asfálticas en Caliente:

Las que se fabrican en plantas especiales, donde el cemento asfáltico es calentado a temperaturas elevadas, en el rango de 150 a 180 °C. Los agregados se calientan a más de 100°C.

La puesta en obra se realiza a una temperatura no menor de 110°C. A una temperatura menor la mezcla se endurece y en esa condición, ella no pueden extenderse y menos aún compactarse adecuadamente.

Mezclas asfálticas en Frío rebajados:

El ligante es asfalto con adición de gasolina, kerosene o petróleo diesel, los cuales son calentados a una temperatura no menor a 60°C se mezcla con los agregados (Piedra y arena gruesa).

MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE

El objetivo de los diseños de mezcla, es la producción de mezcla de asfalto caliente que funciona bien tanto estructural como funcionalmente. Desde el

punto de vista del funcionamiento, la HMA debe ser durable y ser capaz de resistir las fallas del pavimento (tales como deformación permanente, fatiga por carga, fatiga térmica, fractura por baja temperatura, humedad y el daño inducido).

Desde el punto de vista de la construcción, la mezcla debe ser capaz de ser colocada y compactada bajo una energía adecuada.

Además, la superficie de rodadura debe proporcionar suficiente resistencia al deslizamiento por motivos de seguridad.

Consiste en mezclar el agregado pétreo y el cemento asfáltico a alta temperatura (135 a 165 °C), son las de mayor estabilidad de todas las mezclas asfálticas.

Para la construcción de este tipo de pavimento se usan cementos asfálticos de penetración 60-70 (AC-20), y 85-100 (AC-10).

MEZCLAS ASFÁLTICAS EN FRÍO

Son elaboradas en frío, en una planta mezcladora móvil, utilizando emulsiones asfálticas o asfaltos rebajados y materiales pétreos.

En estas mezclas se usan asfaltos líquidos, la cual se efectúa sin calentar los agregados y el asfalto se calienta a una temperatura relativamente baja, solo para obtener la viscosidad necesaria de mezclado.

El concreto asfáltico en frío son mezclas utilizadas como carpeta de rodamiento en la pavimentación.

El concreto asfáltico en frío son mezclas utilizadas como carpeta de rodamiento en la pavimentación.

Se obtienen de la dosificación de agregados gruesos, finos, filler, emulsión asfáltica y agua. Estas mezclas poseen capacidad portante, por esta razón es que se considera su aporte en el paquete estructural.

Los agregados gruesos son exclusivamente provenientes de trituración. Los agregados finos, conviene que provengan de la mezcla de arenas de trituración, que ofrecen la trabazón necesaria, y arenas silíceas naturales que le otorgan trabajabilidad a la mezcla.

Se recomienda su puesta en obra a temperaturas no inferiores a los 20°C ni superiores a los 40 °C.

Las mezclas en frío están formadas por la combinación bien proporcionada de agregados pétreos, polvo mineral, aditivos y cemento asfáltico rebajado (*RC, MC, SC, EMULSIONES*), las siglas anteriores dependen del tiempo que requiere para el curado.

Aunque en la actualidad ya no se utilizan los asfaltos rebajados con solventes de petróleo, a continuación se describe algunas características de ellos, en los RC el asfalto está diluido con solventes derivados del petróleo como lo son la gasolina y nafta, estos solventes tienen la característica de evaporación rápida, en el caso de los MC utiliza un solvente de evaporación media como lo es el Kerosén, para los SC se utilizaba un asfalto diluido con aceites de baja volatilidad.

En la mayoría de países los anteriores tipos de asfaltos rebajados ya no se utilizan, debido a que el impacto ambiental es muy grande en el momento

en que los solventes se evaporan, esto ha dado lugar a la utilización de mezclas con emulsión asfáltica.

Cuando el asfalto es mecánicamente separado en partículas microscópicas y dispersado en agua con la ayuda de un agente emulsivo, se convierte en una emulsión asfáltica, cuando se utiliza las emulsiones en obra el agua se evapora hacia la atmósfera quedando el agente emulsivo retenido en el asfalto.

Las carpetas asfálticas con mezcla en frío, son aquellas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos y un material asfáltico, modificado o no, que puede ser rebajado con solventes o en emulsión. Según su función y su composición granulométrica, *las carpetas asfálticas con mezcla en frío pueden ser:*

a. Carpetas de mezcla asfáltica. Las carpetas de mezcla asfáltica se construyen para proporcionar al usuario una superficie de rodamiento uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura. Cuando son de un espesor mayor o igual que cuatro centímetros, tienen además la función estructural de soportar y distribuir la carga de los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento. Están constituidas por una mezcla en frío de materiales pétreos, generalmente de granulometría densa y un producto asfáltico, que puede ser una emulsión o un rebajado.

b. Carpetas de Mortero asfáltico. Las carpetas de mortero asfáltico no tienen función estructural y se construyen para proporcionar al usuario una superficie de rodamiento uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura. Están constituidas por una mezcla en

frío de materiales pétreos de granulometría fina y emulsión asfáltica o un asfalto rebajado.

c. El equipo que se utilice para la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en frío, debe ser adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista de Obra su selección.

Dicho equipo debe ser mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y debe ser operado por personal capacitado.

d. Planta de mezclado

La mezcla asfáltica se debe elaborar en plantas que cuenten como mínimo con:

- Cribas para clasificar el material pétreo por lo menos en tres tamaños, con capacidad suficiente para mantener siempre en las tolvas material pétreo disponible para la mezcla.

Tolvas para almacenar el material pétreo, protegidas de la lluvia y el polvo, con capacidad suficiente para asegurar la operación continua de la planta por lo menos durante quince minutos sin ser alimentadas, y divididas en compartimentos para almacenar los materiales pétreos por tamaños.

- Dispositivos que permitan dosificar los materiales pétreos por masa, y sólo en casos excepcionales, cuando así lo apruebe el

Supervisor, por volumen. Los dispositivos deben permitir un fácil ajuste de la dosificación de la mezcla en cualquier momento, para poder obtener la granulometría que indique el proyecto.

- Dispositivos que permitan dosificar el cemento asfáltico, con una aproximación de más menos el 2% de la cantidad requerida según el proporcionamiento de la mezcla.
- Mezcladora equipada con un dispositivo para el control del tiempo de mezclado.
- Recolector de polvo.
- Dispositivo para agregar finos.

e. Pavimentadoras

- Las pavimentadoras deben ser autopropulsadas, capaces de esparcir y pre compactar la capa de carpeta que se tienda, con el ancho, sección y espesor establecidos en el proyecto, incluyendo los acotamientos y zonas similares. Deben estar equipadas con los dispositivos necesarios para un adecuado tendido de la carpeta asfáltica, como son: un enrasador similar, que pueda ajustarse automáticamente en el sentido transversal y proporcionar una textura lisa y uniforme, sin canalizaciones; una tolva receptora de la mezcla asfáltica con capacidad para asegurar un tendido homogéneo, equipada con un sistema de distribución, mediante el cual se reparte la mezcla uniformemente frente al enrasador; y sensores de control automático de niveles.

Carpetas asfálticas de mezclas en el lugar o en frío

La granulometría del material pétreo utilizado debe de ser continua. El material pétreo se mezcla a temperatura ambiente con moto conformadoras. Generalmente se usan rebajados asfálticos o emulsiones de rompimiento medio.

3.1.8 MATERIALES UTILIZADOS EN CARPETA ASFALTICA

Ya que una mezcla asfáltica está formada por dos elementos básicos que son: los agregados y el cemento asfáltico, para desarrollar y entender fácilmente el tema del Control de Calidad, se procede a retomar conceptos fundamentales de cada uno de esos elementos de una manera desglosada.

3.1.8.1 ASFALTOS

El cemento asfáltico se puede emulsionar con un agente emulsionante y agua para formar emulsiones asfálticas o ser disuelto en solventes de petróleo adecuados para formar los asfaltos rebajados. En las emulsiones de asfalto, el agua se evapora dejando los residuos de cemento asfáltico para realizar su función. Para los asfaltos rebajados, el solvente se evapora dejando el cemento asfáltico para realizar su función; Asfaltos diluidos o rebajados.

Los asfaltos rebajados consisten en la mezcla de cemento asfáltico y un solvente. La velocidad a la que cura se relaciona con la volatilidad de los disolventes (diluyente) usando. Los asfaltos rebajados con disolventes más volátiles curaran más rápido a medida que el disolvente se evapora. Por el

contrario los asfaltos rebajados hechos con disolventes menos volátiles curaran más lento a medida que el disolvente se evapora más lentamente,

Hay tres tipos de asfalto rebajados (RC, MC y SC) que indica la velocidad a la que se evapora el disolvente curado rápido (RC) se compone de cemento asfáltico y un diluyente de alta volatilidad, por lo general gasolina curado medio (MC) se componen de cemento asfáltico y un diluyente mediano de volatilidad intermedia, por lo general kerosene. Los RC y MC se utilizan para una variedad de aplicaciones en carreteras.

Las propiedades físicas del asfalto de mayor importancia para el diseño, construcción y mantenimiento de carreteras son:

- a) Durabilidad
- b) Adhesión y Cohesión
- c) Susceptibilidad a la temperatura
- d) Envejecimiento y Endurecimiento

Durabilidad

Durabilidad es la medida de que tanto puede retener un asfalto sus características originales cuando es expuesto a procesos normales de degradación y envejecimiento. Es una propiedad juzgada principalmente a través del comportamiento del pavimento y por consiguiente es difícil definirlo solamente en términos de las propiedades del asfalto. Esto se debe a que el comportamiento del pavimento está afectado por el diseño de la mezcla, las características de agregado, la mano de obra en la construcción y otras variables que incluyen la misma durabilidad del asfalto.

Adhesión y Cohesión

Adhesión es la capacidad del asfalto para adherirse al agregado en la mezcla para pavimentación. Cohesión es la capacidad del asfalto de mantener firmemente en su puesto, las partículas de agregado en el pavimento terminado.

3.1.8.2 AGREGADOS PARA LA MEZCLA

Agregado es cualquier material duro e inerte, usado en forma de partículas graduadas o fragmentos. Los agregados de acuerdo a su origen pueden clasificarse en:

Agregados naturales. Son aquellos que son usados en su forma natural, con muy poco o con ningún procesamiento. Están constituidos por partículas producidas mediante procesos naturales de erosión y degradación. Los principales tipos de agregado natural usados en la construcción de pavimento son la grava y la arena. La grava se define usualmente, como partículas de un tamaño igual o mayor que 6.35 mm (1/4"). La arena se define como partículas de un tamaño menor que 6.35 mm (1/4") pero mayor que 0.075 mm (N° 200). Las partículas de un tamaño menor que 0.075 mm (N° 200) son conocidas como relleno mineral, el cual consiste principalmente en limo y arcilla.

Agregados procesados. Son aquellos que han sido triturados y tamizados antes de ser usados. Esto se hace debido a tres razones: para cambiar la textura superficial de las partículas de lisa a rugosa, para cambiar la forma de la partícula de redonda a angular, para mejorar la distribución de los tamaños de las partículas (graduación). Un agregado que cumple con los requisitos de costo y disponibilidad deberá poseer

también ciertas propiedades para poder ser considerado apropiado para pavimento asfáltico de buena calidad.

Estas propiedades son:

1. Graduación y Tamaño Máximo
2. Limpieza
3. Dureza
4. Forma de la Partícula
5. Textura Superficial
6. Capacidad de Absorción
7. Afinidad con el Asfalto
8. Peso Específico

3.1.9 PRUEBAS DE LABORATORIO

Las pruebas de laboratorio en la ingeniería civil, son determinantes pues conforman la interface que debe haber entre el diseño (nivel conceptual) y la construcción (nivel práctico). Entonces, el estudio de los materiales, técnicas y procesos en los pavimentos flexibles, siempre deben estar regidos por las Normas y Especificaciones Técnicas precisas del proyecto en ejecución. Para conocer las características físicas de los agregados que se pretendan emplear en la elaboración de carpetas asfálticas, es necesario llevar a cabo pruebas de laboratorio, con las cuales podamos de forma precisa conocer valores reales de las condiciones físicas y químicas de todos los agregados a utilizar en el proceso de mantenimiento.

Con estos resultados, se podrá realizar un diseño eficiente de la carpeta asfáltica a colocar en la vía.

Las pruebas de laboratorio que en nuestro medio se realizan para el control de agregados y cemento asfáltico, que son los dos elementos básicos que conforman dichas mezclas.

3.1.10 CONTENIDO DE ASFALTO

La proporción de asfalto en la mezcla es importante y debe ser determinada exactamente en el laboratorio, y luego controlada con precisión en la obra. El contenido de asfalto de una mezcla particular se establece usando los criterios dictados por el método de diseño seleccionado.

El contenido óptimo de asfalto de una mezcla depende, en gran parte, de las características del agregado tales como la granulometría. La granulometría del agregado está directamente relacionada con el contenido óptimo del asfalto. Entre más finos contenga la graduación de la mezcla, mayor será el área superficial total, y, mayor será la cantidad de asfalto requerida para cubrir, uniformemente, todas las partículas. Por otro lado las mezclas más gruesas (agregados más grandes) exigen menos asfalto debido a que poseen menos área superficial total.

La relación entre el área superficial del agregado y el contenido óptimo de asfalto es más pronunciada cuando hay relleno mineral (fracciones muy finas de agregado que pasan a través del tamiz de 0.075 mm (Nº 200)). Los pequeños incrementos en la cantidad de relleno mineral, pueden absorber, literalmente, gran parte del contenido de asfalto, resultando en una mezcla inestable y seca. Las pequeñas disminuciones tienen el efecto contrario: poco relleno mineral resulta en una mezcla muy rica (húmeda). Cualquier variación en el contenido o relleno mineral causa cambios en las

propiedades de la mezcla, haciéndola variar de seca a húmeda. Si una mezcla contiene poco o demasiado, relleno mineral, cualquier ajuste arbitrario, para corregir la situación, probablemente la empeorará.

En vez de hacer ajustes arbitrarios, se deberá efectuar un muestreo y unas pruebas apropiadas para determinar las causas de las variaciones y, si es necesario, establecer otro diseño de mezcla.

La capacidad de absorción (habilidad para absorber asfalto) del agregado usado en la mezcla es importante para determinar el contenido óptimo de asfalto. Esto se debe a que se tiene que agregar suficiente asfalto a la mezcla para permitir absorción, y para que además se puedan cubrir las partículas con una película adecuada de asfalto. Los técnicos hablan de dos tipos de asfalto cuando se refieren al asfalto absorbido y al no absorbido: contenido total de asfalto y contenido efectivo de asfalto.

El contenido total de asfalto es la cantidad de asfalto que debe ser adicionada a la mezcla para producir las cualidades deseadas en la mezcla. El contenido efectivo de asfalto es el volumen de asfalto no absorbido por el agregado; es la cantidad de asfalto que forma una película ligante efectiva sobre la superficie de los agregados.

El contenido efectivo de asfalto se obtiene al restar la cantidad absorbida de asfalto del contenido total de asfalto.

La capacidad de absorción de un agregado es, obviamente, una característica importante en la definición del contenido de asfalto de una mezcla. Generalmente se conoce la capacidad de absorción de las fuentes comunes de agregados, pero es necesario efectuar ensayos cuidadosos cuando son usadas fuentes nuevas.

3.1.11 FUNDAMENTOS BASICOS EN EL DISEÑO DE MEZCLA

1. El deseo principal de lograr un adecuado diseño, consiste fundamentalmente, en lograr la máxima densidad posible de la mezcla.
2. Para ello un factor determinante es la granulometría del agregado a emplear, tamaño máximo del A.G. $\frac{3}{4}$ ».
3. También el contenido de asfalto a utilizar. Ideal de 5 a 6 %
4. Porcentaje de vacíos.- ideal 3.5 %
5. Estabilidad Marshall.- Estabilidad media o promedio 85%

3.1.12 FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

La tecnología que se ha desarrollado para pavimentos, tiene como meta evitar deterioros y fallas. Se han logrado establecer relaciones de causa - efecto, para desarrollar normas de criterio de proyecto y conservación. En pavimentos, la palabra falla se utiliza tanto para verdaderos colapsos como deterioros simples. El concepto de deterioro o falla está asociado al nivel de servicio que depende de la exigencia del consumidor.

Una falla es algo que se aparta de lo que se consideró perfecto. Las fallas de los pavimentos pueden dividirse en tres grupos:

1. Falla por insuficiencia estructural.
2. Falla por defectos constructivos.
3. Falla por fatiga.

Falla por insuficiencia estructural

Pavimentos construidos con material inapropiado en cuanto a resistencia. Se pueden utilizar materiales con buena calidad pero espesores insuficientes. Esta falla se produce por la combinación de la resistencia al

esfuerzo cortante de cada capa y sus espesores.

Falla por defectos constructivos

Pavimentos bien proporcionados y con materiales de buena calidad pero que en su construcción se cometieron errores.

Falla por fatiga

Pavimentos que originalmente estuvieron bien proporcionados y construidos, con el paso del tiempo y la continua repetición de cargas sufren efectos de fatiga, degradación estructural, pérdida de resistencia y acumulan deformaciones.

Fallas comunes en los pavimentos

Existen distintas fallas comunes en los pavimentos, entre ellas, se encuentra el agrietamiento en “piel de cocodrilo”, deformación permanente en la superficie del pavimento, fallas por cortante, agrietamiento longitudinal, consolidación del terreno de cimentación.

Agrietamiento en “Piel de cocodrilo”

Es un agrietamiento que se extiende sobre toda la superficie de rodamiento. Se da por el movimiento excesivo de una o más capas del pavimento o por fatiga de la carpeta. Es común en pavimentos construidos en terracerías resistentes. Es típico de bases débiles o insuficientemente compactadas. Puede formarse en lugares donde existe el congelamiento o en lugares que se requiere sub drenaje.

Este fenómeno puede ser progresivo generando la destrucción del pavimento, que comienza por desprenderse de la carpeta y la remoción de los materiales granulares expuestos. Es importante estudiar la causa, ya

que si es por fatiga el progreso es muy lento, en cambio si es por deficiencia estructural o por exceso de agua el progreso es muy rápido.



Deformación permanente en la superficie del pavimento

La deformación permanente en la superficie del pavimento está asociada al aumento de compacidad en las capas de base o sub - base, debida a cargas excesivas, cargas repetidas o rotura de granos. También puede darse por consolidación en la sub-rasante. Por lo general, el ancho del surco es mayor al ancho de una llanta.



Universidad Nacional de Colombia: Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Flexibles.

<http://es.scribd.com/doc/71598188/FALLAS-Y-TRATAMIENTOS#scribd>

Agrietamiento longitudinal

Grietas longitudinales de una abertura aproximada de 0.5 cm. en el área de circulación de las cargas más pesadas. Se deben a movimientos en las capas del pavimento en dirección horizontal. Este fenómeno, se da en la base.



Fisuras Transversales

Este tipo de fisuras se caracterizan por estar orientadas en forma perpendicular al eje de la carretera, en una sola dirección y dependiendo de su abertura fueron clasificadas de acuerdo a la codificación establecida, para fisuras con aberturas < 3.0 mm, fueron clasificadas como “2”; y para aquellas > 3.0 mm pero < 10 mm se encuentran codificadas como “1i”, y para aquellas > 10 mm codificadas como “1ii”.



Disgregación y desintegración

La disgregación y desintegración son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado.

Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que el agregado en la mezcla es de muy poca afinidad con el ligante. También pueden suceder en mezclas con muy poca cantidad de ligante y mezclas que fueron sobrecalentadas durante su producción en planta.

Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas.

El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento.



3.1.13 EVALUACIÓN DE CONTROL DE CALIDAD Y MEJORAMIENTO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

El comportamiento típico de todo pavimento ya sea de nueva construcción o después de una reparación, es que sus características iniciales se van degradando con el transcurso del tiempo. En muchos casos los pavimentos son dañados desde el mismo proceso constructivo por lo tanto se debe prestar atención tanto a los procesos mecánicos como térmicos que forman parte de la construcción del pavimento. Si un pavimento asfáltico es sometido al paso repetido de vehículos pesados, sufre una serie de deformaciones en la carpeta de rodadura los cuales se transforman en esfuerzos de tracción.

Universidad Nacional de Colombia: Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Flexibles.

<http://es.scribd.com/doc/71598188/FALLAS-Y-TRATAMIENTOS#scribd>



La acumulación de estos esfuerzos en dicha capa, dan origen a las micro fisuras que con el tiempo fracturan todo el espesor de la carpeta de rodadura, debilitando la estructura del pavimento y permitiendo el paso del agua a las capas inferiores, todo esto viene a repercutir en la capacidad soporte y permite la aparición de deformaciones permanentes en dichas capas. Son diversos los factores que inciden y determinan este proceso de deterioro, para una fácil comprensión se dividirán en 2 tipos:

FACTORES PASIVOS: son aquellos que están directamente ligados con las características propias del pavimento, como pueden ser los espesores, los materiales usados en la conformación de cada capa de la estructura de pavimento y hasta el mismo proceso de construcción.

FACTORES ACTIVOS: son los principales responsables del deterioro en el pavimento, estos van desde el tránsito que circula en el pavimento, hasta los factores ambientales que reinan en el lugar.

Tanto los factores pasivos y activos de deterioro aceleran la aparición y Posterior propagación de diversos tipos de fallas en los pavimentos.

Es de suma importancia reconocer las dos clases de fallas que pueden Presentarse en un pavimento: La primera es la falla estructural en ella se produce Un colapso de la estructura del pavimento o de uno o más de sus componentes lo que los hace incapaces de soportar las cargas impuestas por el tránsito. La segunda es la falla funcional este tipo de falla puede estar o no acompañada de la falla estructural, pero es tal, que causa grandes esfuerzos sobre los vehículos que transitan por el pavimento, ocasionando incomodidad al usuario debido a la alta rugosidad que presenta. El deterioro en los pavimentos está relacionado con la insuficiente capacidad de los materiales que los conforman para soportar sin rotura las tensiones y deformaciones que originan las cargas del tránsito, cambios de temperatura y cambios de volumen de la sub-rasante como lo son asentamientos e hinchamientos. El tipo de falla que se presentará en un pavimento asfáltico dependerá de cómo se conjuguen los factores siguientes: los efectos del tránsito, las características mecánicas de los materiales utilizados en la conformación de cada capa del pavimento, y el tipo de apoyo que la sub-rasante le proporcione a las capas superiores del pavimento asfáltico.

Entre las principales fallas que se originan en un pavimento asfáltico están las siguientes:

- Agrietamientos o Fisuras
- Deformaciones
- Desintegración
- Exudación

3.1.14 PROCEDIMIENTOS A SEGUIR EN LA EVALUACIÓN DE UN PAVIMENTO ASFÁLTICO EXISTENTE

A la hora que se requiera evaluar el estado actual de un pavimento asfáltico existente, con el fin de establecer si en la actualidad cumple con los parámetros con el que fue diseñado, o para determinar el tiempo de vida del mismo con el objeto de definir el tipo de mantenimiento que necesita, hay varios procedimientos que se deben de realizar. Estos procedimientos van desde la recolección de toda la información acerca de los parámetros de diseño del pavimento; visita de campo donde se hace un recorrido total del tramo para determinar el tipo y cantidad de fallas que se presentan en el pavimento; identificación de los aspectos negativos que influyen en la disminución de la capacidad soporte de cada capa del pavimento asfáltico como lo son: la presencia de humedad, falta de drenaje o en algunos casos sub drenajes, aumento del tránsito en mayor número que el proyectado en el diseño, etc.; toma de muestras de los materiales de las distintas capas del pavimento existente para ser analizadas en laboratorio y determinar sus propiedades físico mecánicas;

Ing. José R. Menéndez A. "Ingeniería de Pavimentos, Materiales, Diseño y Conservación"

3.1.15 CAUSAS Y EFECTOS DE INESTABILIDAD EN EL PAVIMENTO

CAUSAS	EFECTOS
Exceso de asfalto en la mezcla	Ondulaciones, ahuellamientos y afloramiento o exudación.
Exceso de arena de tamaño medio en la mezcla	Baja resistencia durante la compactación y posteriormente, durante un cierto tiempo; dificultad para la compactación.
Agregado redondeado sin, o con pocas, superficies trituradas.	Ahuellamiento y canalización.

3.1.16 CAUSAS Y EFECTOS DE UNA POCA DURABILIDAD

CAUSAS	EFECTOS
Bajo contenido de asfaltos	Endurecimiento rápido del asfalto y desintegración por pérdida de agregado.
Alto contenido de vacíos debido al diseño o a la falta de compactación	Endurecimiento temprano del asfalto seguido por agrietamiento o desintegración.
Agregados susceptibles al agua (Hidrofilitos)	Películas de asfalto se desprenden del agregado dejando un pavimento desgastado, o desintegrado

3.2. MARCO LEGAL

3.2.1 NORMAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO PARA MATERIALES DE MEZCLA ASFÁLTICA

Ensayo de laboratorio para AGREGADOS	Norma	Propósito
Análisis Mecánico de los Agregados Extraídos de Mezclas Asfálticas (MTC E 503-2000)	AASHTO T 30 ASTM D 546	La determinación de la composición granulométrica de un material pétreo que se pretende emplear en la elaboración de la carpeta asfáltica es de primordial importancia porque en función de ellas se conoce de ante mano qué clase de textura tendrá la carpeta.

Ensayo de laboratorio para ASFALTOS	Norma	Propósito
Extracción Cuantitativa de Asfalto en Mezclas para Pavimentos (MTC E 502-2000)	AASHTO T 164. ASTM D 2172	En el diseño de mezclas asfálticas, las temperaturas de mezclado y compactación se definen en función de la viscosidad que posee el Cemento asfáltico, ya que la trabajabilidad de una mezcla asfáltica, se ve influenciada por la trabajabilidad que el asfalto tenga dentro de esta misma a una temperatura determinada de trabajo. Este ensayo se usa para clasificar los Cementos Asfálticos a Viscosidad 60°. Mide la consistencia de los Cementos Asfálticos.

3.2.2 EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS MTC E 502 - 2000

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM D 2172 y AASHTO T 164, las mismas que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

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

Describe métodos para la determinación cuantitativa del asfalto en mezclas asfálticas en caliente y en muestras de pavimentos. Los agregados obtenidos mediante estos métodos pueden emplearse para análisis granulométrico y otro tipo de ensayos.

RESUMEN DEL METODO

El ligante del pavimento es extraído con tricloroetileno, cloruro de metileno, o benceno, empleando el equipo de extracción aplicable al método particular.

El contenido de asfalto se calcula por diferencia de peso del agregado extraído, del contenido de humedad y del material mineral en el extracto. El contenido de asfalto se expresa como porcentaje en peso de las mezclas libres de humedad.

USO Y SIGNIFICADO

Pueden emplearse todos los métodos para hacer determinaciones cuantitativas de asfalto en mezclas en caliente para pavimentos y en muestras de pavimento, para su aceptación, para su evaluación en el servicio, para control y para investigaciones. Cada método prescribe el solvente o los solventes y cualquier otro reactivo que pueda utilizarse.

PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

- Obténganse las muestras de acuerdo con el ensayo (MTC E 501).
- Preparación de especímenes de ensayo.

Si la mezcla no es suficientemente blanda para separarla con una espátula, se la coloca en una bandeja y se calienta a 110 ± 5 °C, hasta que pueda manejarse o mezclarse. Cuartéese el material hasta que se obtenga el peso del material requerido para el ensayo (W1).

La cantidad de la muestra para el ensayo se determinará según el tamaño máximo nominal del agregado en la mezcla.

PROCEDIMIENTO (con extractor centrífugo)

Determinese la humedad del material colocando de 650 a 2500 gr. De la porción de ensayo en la taza y cúbrase con tricloroetileno, o cloruro de metileno y déjese el tiempo suficiente para que el disolvente la desintegre (no más de 1 hora). Colóquese la taza que contiene la porción de ensayo y el solvente en el aparato de extracción. Séquese y determinese el peso del anillo filtrante y ajústese alrededor del borde de la taza. Apriétese la tapa firmemente sobre la taza y colóquese un recipiente bajo el desagüe para recoger el extracto. Iníciase la centrifugación girando lentamente y

auméntese gradualmente la velocidad a un máximo de 3600 rpm, hasta que deje de fluir el solvente por el desagüe. Déjese que se detenga la máquina y agréguese 200 ml (o más como sea apropiado para el peso de la muestra del solvente empleado y repítase el procedimiento.

Empléense suficientes adiciones de solvente (no menos de tres) de manera que el extracto no sea más oscuro que un color ligero de paja. Recójase el extracto y las lavaduras en un recipiente apropiado.

Remuévase el anillo filtrante de la taza y séquese al aire. Si se emplean anillos filtrantes de fieltro, cepílese la materia mineral adherida a su superficie y agréguese al material extraído. Séquese el anillo hasta peso constante en un horno a 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F).

Viértase, cuidadosamente todo el contenido de la taza en una cacerola metálica secándolo en un baño de vapor primero y luego hasta peso constante en un horno o en una placa de calentamiento a 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F). Si se emplea tricloroetileno o tricloroetano como solvente para la extracción, puede omitirse el secamiento en el baño de vapor.

El peso del agregado extraído (W_3) es igual al peso del agregado en la cacerola metálica más el aumento en el peso que experimenten los anillos filtrantes.

Aplíquese el siguiente procedimiento alterno cuando se usen anillos filtrantes que produzcan poca ceniza. Colóquese el agregado y los anillos de filtro en una cacerola metálica limpia como se especifica arriba. Dóblese cuidadosamente el anillo filtrante seco y déjelo sobre el agregado. Quémese el anillo de filtro mediante ignición con un fósforo o un mechero bunsen. Determínese el peso del agregado extraído en la cacerola.

Método de centrifugación.- Empléese para este método cualquier centrifugadora adecuada de alta velocidad (hasta de 3600 r/min) del tipo de flujo continuo.

- Determínese el peso de una taza limpia y vacía con aproximación a 0.01 ± 0.005 g y colóquese en la centrifugadora. Empléese un recipiente en el desagüe para recoger el efluente de la operación de la centrifugadora. Transfiérase todo el extracto a un recipiente debidamente equipado con un control de alimentación (válvula o abrazadera, etc.). Para garantizar la transferencia cuantitativa del extracto al recipiente alimentador, deberá lavarse el recipiente que contiene el extracto, varias veces, con pequeñas cantidades de solvente limpio y agregarse las lavaduras al recipiente alimentador.

Iníciase la centrifugadora y déjese que alcance una velocidad Constante (Por ejemplo 9,000 revoluciones por minuto para las del tipo SMM y más de 20,000 revoluciones por minuto para las del tipo Sharples). Abrase la línea de alimentación y aliméntese el extracto dentro de la centrifugadora a una rata de 100 a 150 ml/min. Después de que haya pasado todo el extracto a través de la centrifugadora, lávese el mecanismo de alimentación (con la centrifugadora todavía funcionando)

Con varias adiciones de solvente limpio, permitiendo que cada incremento corra a través de la centrifugadora hasta que el efluente sea esencialmente incoloro.

- Déjese que la centrifugadora se detenga y remuévase la taza. Límpiase el exterior con solvente nuevo. Déjese evaporar el solvente residual en

un embudo o en una caperuza para vapor y luego séquese el recipiente en un horno controlado a 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F). Enfríese el recipiente y vuélvase a determinar inmediatamente el peso. El incremento representa el peso de materia mineral (W_4) en el extracto.

CALCULO DEL CONTENIDO DE ASFALTO

Calcúlese el porcentaje de asfalto en la porción de ensayo en la siguiente forma:

$$\text{Contenido de asfalto \%} = \frac{(W_1 - W_2) - (W_3 + W_4)}{W_1 - W_2}$$

Donde:

W_1 = Peso de la porción de ensayo.

W_2 = Peso del agua en la porción de ensayo.

W_3 = Peso del agregado mineral extraído.

W_4 = Peso de la materia mineral en el extracto.

3.2.3 PORCENTAJE DE EXTRACCIÓN DEL ASFALTO ASTM D 2172 (1995)

AASHTO T 164 Competencias Técnicas de Laboratorio en Mezclas Asfálticas.

3.2.3.1 ALCANCE Esta norma describe métodos para la determinación cuantitativa del asfalto en mezclas asfálticas en caliente y en muestras de pavimentos. Se obtienen mejores resultados cuantitativos cuando el ensayo se efectúa sobre mezclas y pavimentos inmediatamente después de su preparación Competencias Técnicas de Laboratorio en Mezclas Asfálticas.

3.2.3.2 RESUMEN DEL MÉTODO.- El ligante del pavimento es extraído con Tricloroetileno, Tricloroetano ó Cloruro de metileno empleando el equipo de

extracción aplicable al método particular. El contenido de asfalto se calcula por diferencia de peso del agregado extraído, del contenido de humedad, y del material mineral en el extracto. El contenido de asfalto se expresa como porcentaje en peso de las mezclas libres de humedad. Competencias Técnicas de Laboratorio en Mezclas Asfálticas.

3.2.3.3 SIGNIFICADO Y USO.- En esta prueba existen varios métodos de ensayo que pueden ser utilizados para las determinaciones cuantitativas de bitumen de mezclas en caliente y para las especificaciones aceptadas, servicios, evaluación, control, y la investigación. Cada método prescribe el disolvente o disolventes y de cualquier otro reactivos que se pueden utilizar en el método de ensayo. Competencias Técnicas de Laboratorio en Mezclas Asfálticas.

3.2.3.4 EQUIPO.- Horno, que pueda mantener la temperatura a $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$, ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$). Recipiente plano, de 12”(305mm) de longitud, 8”(203mm) de ancho y 1”(25mm) de espesor, para calentar los especímenes Placa de calentamiento.- eléctrica, 700W con tubo de calentamiento ajustable. Balanzas o básculas y pesas apropiadas según peso de la muestra, de apreciación aproximada de 0.01%. Competencias Técnicas de Laboratorio en Mezclas Asfálticas.

3.2.3.5 BALANZA ANALÍTICA.- Vasos graduables, de 1000 o de 2000mL de capacidad. Opcionalmente, un vaso de 100 mL de capacidad. Cápsulas de porcelana de 125 ml de capacidad Competencias Técnicas de Laboratorista en Mezclas Asfálticas.

3.2.3.6 PRECAUCIONES.- Los reactivos utilizados en esta prueba deberán emplearse tan sólo bajo una campana o bajo una superficie con un sistema

de desfogue efectivo en un área bien ventilada, ya que todos son tóxicos en algún grado, como se indica en la Tabla: Competencias Técnicas de Laboratorista en Mezclas Asfálticas Solvente Máxima concentración aceptable para exposición de 8h durante 5 días.

3.2.3.7 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA.- Obténganse las muestras de acuerdo con el ensayo ASTM D 979 (Toma de muestras bituminosas). Preparación de especímenes de ensayo. Si la mezcla no es suficientemente blanda para separarla con una espátula o palustre, se la coloca en una bandeja y se calienta a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$) hasta que pueda manejarse o mezclarse. Divídase o cuartéese el material hasta que se obtenga el peso del material requerido para el ensayo (W1). Competencias Técnicas de Laboratorista en Mezclas Asfálticas

- Cuando el peso del espécimen de ensayo exceda la capacidad del equipo empleado (para un método particular), puede dividirse en porciones apropiadas y ensayarse, combinando luego adecuadamente los resultados para el cálculo del contenido de asfalto. Se necesita adicionalmente una muestra para la determinación de la humedad, en las mezclas. Tómese ésta del remanente de mezcla inmediatamente después de obtener el espécimen para el ensayo de extracción. Si no se necesita la recuperación del asfalto a partir de la solución obtenida en la extracción, puede secarse hasta peso constante la muestra completa de ensayo en un horno entre $149^{\circ} - 163^{\circ}\text{C}$ ($300^{\circ} - 325^{\circ}\text{F}$) durante 2 a 2½ horas antes de la extracción, en lugar de determinar la humedad
- Competencias Técnicas de Laboratorio en Mezclas Asfálticas

3.2.3.8 PREPARACION DE LA MUESTRA DE ENSAYO

Prepare una porción de ensayo para determinar el contenido de humedad y extracción de acuerdo con el procedimiento descrito en la guía de competencias técnicas de Laboratorio de Mezclas Asfálticas. Competencias Técnicas de Laboratorio en Mezclas Asfálticas

3.2.3.9 CÁLCULO DEL CONTENIDO DE ASFALTO

Para el cálculo del porcentaje de asfalto en la porción de ensayo se realiza de acuerdo a la siguiente forma: Donde:

W1 = Peso de la porción de ensayo.

W2 = Peso del agua en la porción de ensayo.

W3 = Peso del agregado mineral extraído.

W4 = Peso de la materia mineral en el extracto. Competencias Técnicas de Laboratorio en Mezclas Asfálticas.

3.3 GLOSARIO

Asfalto: Es un material bituminoso producto de la destilación del petróleo crudo, sólido o semisólido a temperaturas inferiores a 15 °C, que se licua gradualmente al calentarse. Posee propiedades aglutinantes.

Asfalto rebajado de fraguado lento (RC): Es un asfalto líquido compuesto de cemento asfáltico y un disolvente poco volátil.

Asfalto rebajado de fraguado medio (MC): Es un asfalto líquido compuesto de cemento asfáltico y un disolvente de volatilidad media, del tipo kerosene.

Asfalto rebajado de fraguado rápido (SC): Es un asfalto líquido compuesto de cemento asfáltico y un disolvente muy volátil, del tipo nafta o gasolina.

Carpeta asfáltica: Es la última capa, de espesor variable, de la estructura que forma un pavimento.

Proporciona una superficie plana de rodamiento y transmite las cargas del tránsito a la base. Está formada por material pétreo de diferente tamaño y por diferentes tipos de material asfáltico como aglutinante.

Cemento asfáltico: Es un material que se obtiene de la destilación del petróleo, durante la cual se eliminan sus solventes volátiles y parte de sus aceites.

Compactación: Es el incremento del peso volumétrico seco de un suelo cuando se expulsa parte del agua y del aire de su masa por medios artificiales.

Emulsión asfáltica: Es un asfalto líquido estable con dos fases no miscibles: la fase continua formada por agua y la fase discontinua formada por glóbulos de asfalto. Según el agente emulsionante, las emulsiones asfálticas pueden ser aniónicas o catiónicas, según que los glóbulos de asfalto tengan carga eléctrica negativa o positiva respectivamente.

Estabilización de suelos: Es la acción de aplicar un producto estabilizante para modificar las propiedades mecánicas de un suelo.

Material pétreo: Es el material inerte que se extrae de bancos naturales o de playones.

Riego de impregnación: Es la aplicación de un asfalto rebajado a la superficie de la base, con objeto de impermeabilizarla y para proporcionar un elemento de liga entre la carpeta y la base.

Riego de sello: Es la aplicación de un material asfáltico a la superficie terminada de la carpeta, cubierto de una capa de material pétreo, con objeto de impermeabilizar y proteger la carpeta y lograr una superficie antiderrapante.



CÁPITULO IV

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

4.- METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 GENERALIDADES

Estos métodos o pruebas encuentran su campo más amplio de aplicación en el control de la elaboración de mezclas asfálticas, en donde deben implantarse como sistema rutinario para verificar tanto el contenido de cemento asfáltico presente en la mezcla, como para obtener el agregado pétreo necesario para comprobación de su granulometría. Se aplica también en el caso de carpetas ya construidas con fines de investigación, principalmente cuando se presentan fallas de la carpeta asfáltica. En la determinación del contenido de Cemento Asfáltico de mezclas ya elaboradas y en carpetas ya construidas.

4.2 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

4.2.1 TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo corresponde al tipo de investigación descriptivo sin manipulación de datos de esta, se observó los fenómenos tal como se dan en su contexto natural para después analizarlos y evaluarlo, considerando los alcances dados por HERNANDES SAMPIERL, Roberto, en su libro “Metodología de la Investigación”. La evaluación del diseño de la carpeta asfáltico se caracterizará de manera cuantitativa.

HERNANDES SAMPIERL, Roberto: “Metodología de la Investigación”.
UANCV: Laboratorio de Diseño de Pavimento “Ensayo de Lavado de Asfalto”

4.2.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio realizado es del tipo descriptivo y experimental. Es descriptivo porque describe la realidad, evaluando el diseño de la carpeta asfáltica, donde se conocerá la correcta dosificación de mezcla. Analítica porque estudia los detalles de cada patología y establece las posibles causas.

La metodología empleada al desarrollar el proyecto consiste básicamente en tres etapas, etapa de campo, laboratorio, gabinete, las mismas que se describe a continuación:

Trabajos de Campo

- Reconocimiento preliminar de la carretera
- Inspección visual de daños
- Descripción de fallas encontradas
- Muestreo insitu de la carpeta asfáltica

Trabajos de Laboratorio

- Análisis Mecánico de los Agregados Extraídos de Mezclas Asfálticas - (MTC E 503-2000)
- Extracción Cuantitativa de Asfalto en Mezclas para Pavimentos - (MTC E 502-2000)

Trabajos de Gabinete

- Trabajos de gabinete.
- Consultas bibliográficas

4.2.3 MUESTREO

El tipo de muestreo efectuado es determinista, porque se ha determinado de manera directa a criterio, 10 kilómetros de 00+000 a 10+000, tomando como muestra kilómetros 00+000 a 10+000 de ellas se realizan un muestreo en un promedio por cada kilómetro, identificando la conformación de la carpeta asfáltica, para luego embalarlas en bolsas de polietileno y trasladarlas al laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos de la Universidad Privada de Tacna.

La extracción de núcleo o testigos se realizó aleatoriamente en cada kilómetro de acuerdo a las características de la carpeta asfáltica observada en el tramo en estudio.

MUESTRA	PROGRESIVA	DISTANCIA DESDE EL BORDE IZQUIERDO
01	Km. 01 + 000	6.65
02	Km. 02 + 000	6.65
03	Km. 03 + 000	6.65
04	Km. 04 + 000	6.65
05	Km. 05 + 000	6.65
06	Km. 06 + 000	6.65
07	Km. 07 + 000	6.65
08	Km. 08 + 000	6.80
09	Km. 09 + 000	7.35
10	Km. 10 + 000	7.35

4.3 METODOLOGIA APLICADA

4.3.1 PARA LA CARPETA ASFÁLTICA

La metodología aplicada en el proyecto de investigación es de carácter cuantitativo, por ser un estudio experimental de cada caso y aspectos a evaluar a las mezclas asfálticas extraídas de la carretera para evaluar el porcentaje del contenido de asfalto y granulometría del agregado en la carpeta asfáltica.

Los resultados nos ofrecen una visión muy clara e interesante de las mezclas asfálticas a evaluar.

El método de trabajo corresponde básicamente la ejecución de extracción de muestras dentro del prisma que constituye el sector de la carretera en estudio.

En la recolección de muestras y su respectivo análisis ya en laboratorio. El trabajo está constituido principalmente por tres etapas:

- Etapa de campo.
- Etapa de laboratorio.
- Etapa de gabinete.
- Análisis de resultados

4.3.1.1 TRABAJO DE CAMPO

Se procederá a la toma de muestras de los materiales de las distintas capas del pavimento existente para ser analizadas en laboratorio y determinar sus propiedades mecánicas de la carpeta asfáltica.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA DE TESTIGOS, PERFORADORA SACA NÚCLEO PORTATIL

Este estudio se realiza la fase de extracción, para detallar una zona de interés de obtener contenido de asfalto de la estructura del Pavimento en su estrato capa asfáltica.

Los resultados de extracción nos permiten conocer de manera más precisa la estructura de la carpeta asfáltica de la zona que se está estudiando.



4.3.1.2 TRABAJOS DE LABORATORIO

Los trabajos de laboratorio, esta constituidos por el lavado asfáltico utilizando el equipo Extractor Centrifugo y luego la realización del ensayo granulométrico del agregado utilizado en la carpeta asfáltica.

Las muestras serán clasificadas e identificadas adecuadamente para luego dichas muestras representativas ser sometidas a los siguientes ensayos.

- Contenido de asfalto
- Análisis granulométrico

Método del Extractor Centrifuga (para determinar el contenido de asfalto en una carpeta asfáltica ya construida.

El empleo del aparato extractor centrifugo proporciona un medio útil para comprobar el porcentaje de cemento asfáltico presente en una carpeta asfáltica ya construida. Además permite el efectuar un análisis granulométrico del agregado al finalizar la prueba de extracción del ligante asfáltico. El equipo Extractor Centrifugo se muestra a continuación.



Extractor centrifugo con control análogo a prueba de explosión 1500g, son utilizados para determinar el contenido de asfalto ligante en muestras de mezcla en caliente y frio en muestras de pavimentos, a fin de comprobar el diseño por especificación, o para aceptación, evaluación de servicio, control e investigación.

Procedimiento de este método de evaluación es como sigue:

Una muestra que ha sido obtenido con el equipo saca núcleo de alrededor de 500 gramos, calentada, se pesa y se coloca en la taza de extractor. Se le vierte un disolvente adecuado, en la taza mediante un embudo, se cubre la taza con un papel filtro, se tapa en forma segura y se hace girar hasta que el disolvente haya salido por el orificio de descarga. Esta operación de lavado se repite hasta que hayan desaparecido todo los restos de cemento asfáltico, lo cual se nota cuando el disolvente salga de color claro, limpio. Entonces, se quita la tapa y se pone a secar la muestra. Cuando la muestra se haya secado, se pesa junto con el material fino que se haya quedado adherido al papel filtro. En

el caso de que el papel filtro siga teniendo aumento de peso sobre el peso original, este aumento se debe a la impregnación del polvo y por lo tanto debe sumársele al peso de la muestra seca y la cantidad total se resta del peso original de la muestra, obteniéndose de esta manera el peso del cemento asfáltico extraído. Dividiendo el peso del cemento asfáltico entre el peso del agregado pétreo y multiplicando por cien, da el porcentaje de cemento asfáltico presente en la muestra ensayada.

4.3.1.3 TRABAJOS DE GABINETE

Una vez realizado el trabajo de campo y laboratorio, se obtendrán datos para el análisis granulométrico por tamizado de cada muestra y porcentaje de asfalto, se utilizara el software Excel donde se indicara lo siguiente.

- Diseño de la hoja de cálculo, consignado los datos generales de ejecución de los ensayos, lugar y fecha y ejecutor.
- Aplicación de las fórmulas para el cálculo de porcentaje retenido acumulado porcentaje que pasa total.
- Aplicación de fórmulas para determinar el porcentaje de asfalto.
- Aplicación de fórmulas para determinar la curva granulométrica según las mallas U.S Standard, teniendo encuenta el porcentaje que pasa en peso para las ordenadas y el tamaño del grano en mm, para las abscisas.
- Se ingresa los pesos retenidos en la malla correspondiente, el peso de la muestra seca, peso de la muestra des pues del secado.
- Finalmente se obtiene el reporte de análisis granulométrico por tamizado y la curva granulométrico.

CAPITULO V

EVALUACIÓN DE LA CARPETA

ASFALTICA PROGRESIVAS

KM 00 + 000 AL KM 10 + 000

5.1 EVALUACIÓN PRELIMINAR

La evaluación preliminar centra su interés en tener un conocimiento amplio y general del proyecto en estudio, previo a la realización de los trabajos que seguidos a esta nos ha proporcionado un criterio técnico y realista el mismo que el producto de una exhaustiva evaluación in-situ.

Bajo estas premisas deberá esbozarse una planificación sobre los trabajos necesarios que se realizan en forma secuencial durante la realización del proyecto.

5.2 RECONOCIMIENTO

Uno de los primeros pasos en el presente proyecto, y quizá paralelo a la evaluación preliminar, es de reconocimiento del tramo a ser evaluado, tal es así que en determinada fecha (junio del 2013) se ha constituido a la carretera Pocollay-Calana (Av. Los Angeles).

En un inicio se realizó, un recorrido general a lo largo de la carretera de Km 00+000 a Km 10+000, como resultado de este reconocimiento, se desprende la designación de evaluar la Carpeta Asfáltica en el tramo comprendido entre las progresivas Km. 00+000 al Km. 10+000 de esta vía.

5.2.1 INSPECCIÓN VISUAL DE DAÑOS

En la presente evaluación de la carretera Pocollay-Calana, se ha realizado un inventario visual de daños sobre la superficie del pavimento, esto se ha realizado previamente a los estudios, ya que de los resultados obtenidos del inventario de daños pueden obtenerse una serie de conclusiones para los trabajos de conservación.

Para un conocimiento más detallado y específico sobre estas fallas, se ha elaborado un cuadro, tipología de daños visualizados en la evaluación de la carretera Pocollay-Calana, el cual es una guía práctica de clasificación, evaluación, medición, y tratamiento de daños típicos, la que además presenta una descripción detallada de cada uno de los términos utilizados para analizar los deterioros en los pavimentos flexibles.

5.2.2 DAÑOS VISUALIZADO EN LA EVALUACION DE LA CARRETERA

TIPOLOGÍA DE DAÑOS VISUALIZADOS EN LA EVALUACION DE LA CARRETERA

TACNA-CALANA-PACHIA TRAMO KM 00+000 AL KM 10+000.

TIPO	DESCRIPCIÓN
Fisura	Fractura fina, por lo general con un ancho igual o menor a 4 mm.
Grieta	Fractura, por lo general se encontró con ancho mayor de 4 mm.
Fisura Longitudinal	Fracturas que presenta de longitud variable que se extienden a través de la superficie del pavimento, formando una paralela con el eje de la carretera.
Hundimiento	Depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada.
Desintegración de Bordes	Consiste en la progresiva destrucción de los bordes del pavimento.
Parche	Áreas donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar o eventualmente diferente, para reparar el pavimento existente.
Disgregación	La disgregación y desintegración son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. También pueden suceder en mezclas con muy poca cantidad de ligante y mezclas que fueron sobrecalentadas durante su producción en planta

- Como resultado de reconocimiento preliminar, se ha podido observar que no se ha llegado a culminar la meta provista de asfaltado en la carretera comprendido entre las progresivas km 00+000 al Km 10+500 teniendo un tramo de 210m sin asfaltar, comprendido en límite del distrito de Pocollay y Calana.
- Los tramos seleccionados de la carretera Pocollay-Calana, presenta áreas afectadas, en la vía con los daños, fisuras, grietas, hundimientos,

disgregación por la falta de material ligante y algunas áreas muestra la capa de rodadura reparada sellada y bacheada.

- No cuenta con ningún tipo de señalización preventiva, a excepción de algunos postes kilométricos
- El ancho promedio del tramo estudiado es de 6.65 m., por lo que no se considera las bermas en dicha carretera lo que nos indica una deficiencia por parte de la supervisión.
- Se observa fallas, fisuras, grietas del tipo longitudinal en la entrada de la carretera.

5.2.3 EVALUACIÓN DE LA TEXTURA SUPERFICIAL EN LA CARRETERA EVALUADA

Para efectuar la evaluación superficial de pavimentos se han considerado 3 pasos importantes a realizar en base a la necesidad de identificar los deterioros o fallas del pavimento, que serán materia de evaluación específicamente en relación a las características físicas de la calzada y su superficie de rodadura.

La evaluación a realizar para efectos prácticos, corresponde a una “Recolección de Datos” como la base principal a desarrollar a partir de la inspección visual del pavimento, debiéndose hacer las anotaciones de lo observado mientras se maneja o camina sobre la red vial, en formatos adecuados para tal fin.

A continuación se describen en forma resumida los pasos a seguir para efectuar la evaluación superficial de los pavimentos mediante la Inspección

Visual de las vías:

La textura de la superficie de rodadura es una característica esencial para la seguridad de la rodadura de los vehículos. Se ha convenido es distinguir unas texturas tipo, según su profundidad media.

Las causas de una textura inadecuada son las siguientes:

Pulimiento de los agregados, por ser blandos y/o granulometría con excesivo finos, exceso de ligante en algunas superficies segregaciones, de las mezclas en la puesta de obra; una mala textura se debe relacionar con defectos en la extensión de la capa de mezcla o con las irregularidades reflejadas de la capa inferior.

5.2.3.1 DISGREGACIÓN.

La disgregación, segregación y peladura, es la separación de las partículas minerales de la superficie del pavimento. El agregado fino, se separa de las partículas de mayor tamaño, lo que da lugar a una apariencia de capa de pavimento erosionada y rugosa.

Las causas de este defecto son las siguientes:

- Esfuerzos cortantes horizontales en la superficie de rodadura, debidos a la acción de los neumáticos de los vehículos.
- Entrada de agua en el pavimento a través de los huecos de la propia mezcla. Este tipo de disgregación ocurre inmediatamente después de la puesta en obra de la capa asfáltica, con malas condiciones climatológicas o compactación escasa. La extensión de la disgregación puede limitarse con el tiempo.

Las segregaciones importantes pueden crear una dificultad al tráfico. Aparte de la incomodidad para los vehículos, estos suelen producir un incremento en el mismo deterioro.



La fotografía muestra carpeta asfáltica con presencia de disgregación de materiales en la mezcla asfáltica. Km 02+000 a Km 10+000

Otros factores que contribuyen a la segregación son los siguientes:

- Bajo contenido de ligante asfáltico.
- Agregados absorbentes que reducen el contenido efectivo de ligante asfáltico en la mezcla.
- Alta viscosidad del ligante asfáltico que llega a producir una mezcla frágil.
- Contaminación de ligante asfáltico.
- Mala granulometría de la mezcla con insuficiencia de agregado grueso y fino.

5.2.3.2 Agrietamientos y Fisuras.

El agrietamiento y fisuración es un mecanismo habitual de fallo mecánico por fatiga de una capa de pavimento. Aparte de ello, las grietas prematuras indican un problema de diseño o de construcción de la mezcla asfáltica.

Las causas son las siguientes:

- Las grietas se producen por unas tensiones mayores que la tensión de rotura de la mezcla.
- Las grietas comienzan en la zona donde la tracción por flexión es máxima y progresan bajo las cargas repetidas. Se suele formar un mapa de grietas formado por un conjunto de grietas longitudinales y transversales.
- La deformación elástica transversal se produce con las flexiones de la capa de pavimento.

La grieta inicial comienza longitudinalmente al lado exterior de la huella de la rueda. Esta grieta es seguida por otra paralela en el borde interior de la huella.

- El uso del asfalto de alta viscosidad puede ocasionar que las mezclas sean menos resistentes al efecto acumulado de las flexiones.
- Los cambios extremos de temperaturas pueden causar en un pavimento cambios de volumen que producen grietas térmicas que, usualmente son transversales.
- También se producen grietas longitudinales en las juntas de trabajo. Ocurren cuando las juntas se compactan de forma insuficiente y/o a baja temperatura. Cuando crecen las grietas longitudinales, el agua penetra en el firme, deteriorándolo.

La fotografía muestra fisuras transversales Km 00+800 a Km 01+200



5.2.4 MATERIALES Y EQUIPO PARA LA EVALUACIÓN

Dependiendo del método de evaluación a utilizar tenemos los siguientes:

5.2.4.1 RECURSOS MATERIALES

Los recursos materiales fueron varios, así tenemos que a estos los podemos agrupar en tres ítems.

Materiales para trabajo de campo

- 01 Equipo Saca Núcleo
- 02 Wincha de 50m y 3m.
- Gasolina de 95 octanos
- 02 Bidones con agua (para realizar el resane del pavimento extraído)
- Bolsas etiquetadas
- Pico
- Martillo
- Libreta de campo

- Cámara fotográfica

Materiales para trabajo de laboratorio

- Extractor centrifuga
- Taras
- Cocinilla
- Balanza electrónica
- Tricloroetileno industrial
- Papel filtro
- Gasolina de 95 octanos
- Espátulas
- Horno
- Mallas para la Granulometría
- Bandejas
- Wincha metálica de 3m
- Balde
- Jarra
- Escobillas
- Cámara fotográficas

5.2.4.2 MATERIALES PARA EL TRABAJO DE GABINETE

- Equipo de computo
- Materiales de escritorio
- Materiales de referencia y bibliográfico
- Hojas de cálculo de Laboratorio y Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos

A continuación mostramos equipos necesarios para realizar una adecuada y técnica evaluación de carpeta asfáltica



La fotografía muestra los equipos que se han utilizado en la evaluación de la carpeta asfáltica.

5.2.5 EVALUACIÓN DE LA CARPETA ASFALTICA

El trabajo de evaluación nos llevó a efectuar una secuencia de actividades para la determinación del estado actual de la carpeta asfáltica actividades enmarcadas principalmente en la evaluación destructiva (muestreo y laboratorio).

De acuerdo a la geometría del pavimento, la evaluación consiste en determinar la calidad de la mezcla, utilizando la Perforadora Saca Núcleos Portátil, para extraer los testigos o núcleos necesarios, que fueron ensayados en el laboratorio.

5.2.6 TRABAJO DE CAMPO CON EQUIPO SACA NÚCLEOS

5.2.6.1 EJECUCIÓN DEL MUESTREO

La ejecución del muestreo tiene por objeto llegar a obtener las muestras representativas e inalteradas de la carpeta asfáltica del tramo en estudio, para esto se utilizó un equipo saca núcleo.

PROCEDIMIENTO

1. Nos constituimos a la carretera con el apoyo del técnico de laboratorio Sr. Miguel A. Martínez Llanqui, portando el siguiente material y/equipo:
01 equipo saca núcleos, bidones de agua, Libreta de campo, plumones, cámaras fotográficas, camioneta.
2. Una vez en el terreno se procedió a efectuar el respectivo muestreo a lo largo del tramo; previo a la obtención de cada muestra fue necesario fijar y nivelar el equipo, esto en atención a las recomendaciones del fabricante del equipo.
3. El siguiente panel fotográfico, que presento devela el trabajo realizando trabajos en campo (Anexos).

5.2.7 ENSAYOS DE LABORATORIO

Con el ánimo de traducir en un formato más demostrativo todo y cuanto trabajo fue necesario realizar para continuar con la evaluación de la carpeta asfáltica en el laboratorio de Mecánica de Suelos Concreto y Pavimentos de la Universidad Privada de Tacna; se ha presumido por conveniente expresar estos trabajos en forma descriptiva con el apoyo de las siguientes vista fotográficos.

En etapa de laboratorio se realizaron las siguientes acciones y ensayos.

1. Medición del espesor de los testigos o núcleos.
2. Secado de los testigos puesto previamente en los platillos, en el horno eléctrico a 140°C durante 12 horas.
3. Cada testigo caliente es disgregada mediante una espátula en una bandeja y luego se pesó en una balanza eléctrica, y se procedió el cuarteo.
4. Los $\frac{3}{4}$ muestra de mezcla asfáltica, es colocado en alojamiento removible del extractor centrífugo de asfalto.
5. Inmediatamente se le agrega disolventes, consistente en tricloroetileno en una cantidad conveniente.
6. Se inicia la centrifugación con arrancador empezando con 80 rpm para luego ir subiendo y llegar a 800 a 900 rpm,
7. Se agrega el disolvente adecuadamente hasta que es drenado por el desfogue, cambiándole de color esta mezcla de disolvente con bitumen, es depositado en un recipiente de plástico.
8. Para finalizar el ensayo se detiene rápidamente la rotación centrifuga, con un mecanismo de freno manual.
9. Se retira cuidadosamente la tapa y el perno hexagonal y extraer la muestra lavada para ser secado en el horno a una temperatura de 110°C durante 12 horas.
10. Una vez secado la muestra, se procede a tamizar la muestra mediante las mallas estandarizados de 1", 3/4", 1/2", 3/8", N° 4, N°8, N°10 N°16, N° 20, N°30, N°40, N°50, N°100, N° 200.

11. El siguiente panel fotográfico, que presento devela el trabajo realizando en laboratorio (Anexos).

5.2.8 TRABAJO DE GABINETE

Concluidos con los trabajos de campo y laboratorio con el lavado asfáltico y el análisis granulométrico de las muestras analizadas, el paso a seguir en nuestra Evaluación de la Carpeta Asfáltica fue la de centralizar y ordenar nuestra información hasta ahora obtenida la misma que procesamos apoyados en las hojas de cálculo del Laboratorio de Mecánica de Suelos Concretos y Pavimentos de la Universidad Privada de Tacna; según se vea en la presentación de resultados.

5.2.8.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

Con los datos provenientes de laboratorio, se procedió a calcular los parámetros granulométricos, así como el contenido asfáltico en porcentaje de cada muestra; este procedimiento requirió hacer uso del formato usado por el Laboratorio de Mecánica de Suelos Concretos y Asfaltos de la Universidad Privada de Tacna; los mismos que aquí se acompañan visados y autorizados por el Ing. Jefe del laboratorio así como por el técnico.



CAPITULO VI

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

DEL SISTEMA PLANTEADO

6.1 APRECIACIÓN DE LA CALIDAD ESTRUCTURAL DE LA CARPETA ASFALTICA.

El contenido óptimo de asfalto para una carpeta, es la cantidad de asfalto que forma alrededor de las partículas una membrana, de tal espesor, que sea suficiente para resistir los elementos del intemperismo, es decir, que el asfalto no se oxide con rapidez y que no sea tan gruesa como para que la mezcla pierda estabilidad o resistencia y no pueda soportar las cargas de los vehículos.

En la relación a la forma de las partículas, conviene que estas sean lo más cubicas posible, por lo que no debe utilizarse materiales que contengan una cantidad grande en forma de lascas o de agujas, pues tienden a romperse con facilidad haciendo que cambie la granulometría.

En el tramo en estudio, según la observación efectuada, a la carpeta asfáltica en el sitio y a los testigos extraídos, se puede deducir lo siguiente:

- Ensayo granulométrico para agregado pétreo AASHTO T27-93 ASTM C136.
- Apreciación del contenido de asfalto del ensayo
- Determinación de la cantidad de asfalto, aplicando las formulas empíricas del: Instituto del asfalto, método de las áreas.

6.1.1 APRECIACIÓN DE LA GRANULOMETRIA:

- Debido a las variantes que se presentan en las gráficas siguientes del análisis granulométrico de las muestras; podemos apreciar y deducir que no existió un debido control en la preparación de la mezcla asfáltica.
- La granulometría de una mezcla asfáltica debe ser homogénea y mantenerse entre los parámetros que se establecen; para evitar segregaciones en la mezcla y ondulaciones en la carpeta asfáltica.
- El exceso de agregado fino como es el caso en el km. 00+000; Km.10+000 y es un defecto en la mezcla que al ser colocada en el camino se presentará con poca estabilidad provocando fallas de agrietamiento y posterior desintegración de la carpeta asfáltica.

6.1.2 APRECIACIÓN DEL CONTENIDO ASFALTICO

- Teniendo el resultado del lavado asfáltico como se muestra en la gráfica del porcentaje de asfalto; podemos apreciar una variación constante en la utilización de la cantidad de asfalto empleado en la mezcla asfáltica para la carpeta en el tramo de estudio.
- Por lo dicho anteriormente nos vemos obligados a estimar el contenido de asfalto basándonos en los parámetros que propone el Instituto del Asfalto de los Estados Unidos y ello emplearemos la fórmula de Mac Kenson y Friekstad, método de las áreas.

6.1.4 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS DEL SISTEMA PLANTEADO.

1. RESUMEN DE LOS PORCENTAJES DE ASFALTO CON EL USO DEL EQUIPO EXTRACTOR CENTRÍFUGO DE ASFALTO Y DE LA GRANULOMETRÍA.
2. PROMEDIO DEL PORCENTAJE DE ASFALTO.
3. COMPARACIÓN DEL PROMEDIO DEL PORCENTAJE DE ASFALTO CON EL RANGO RECOMENDADO POR EL INSTITUTO DEL ASFALTO.
4. % QUE PASA POR EL TAMIZ N° 100.
5. % QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200.
6. COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE ASFALTO.

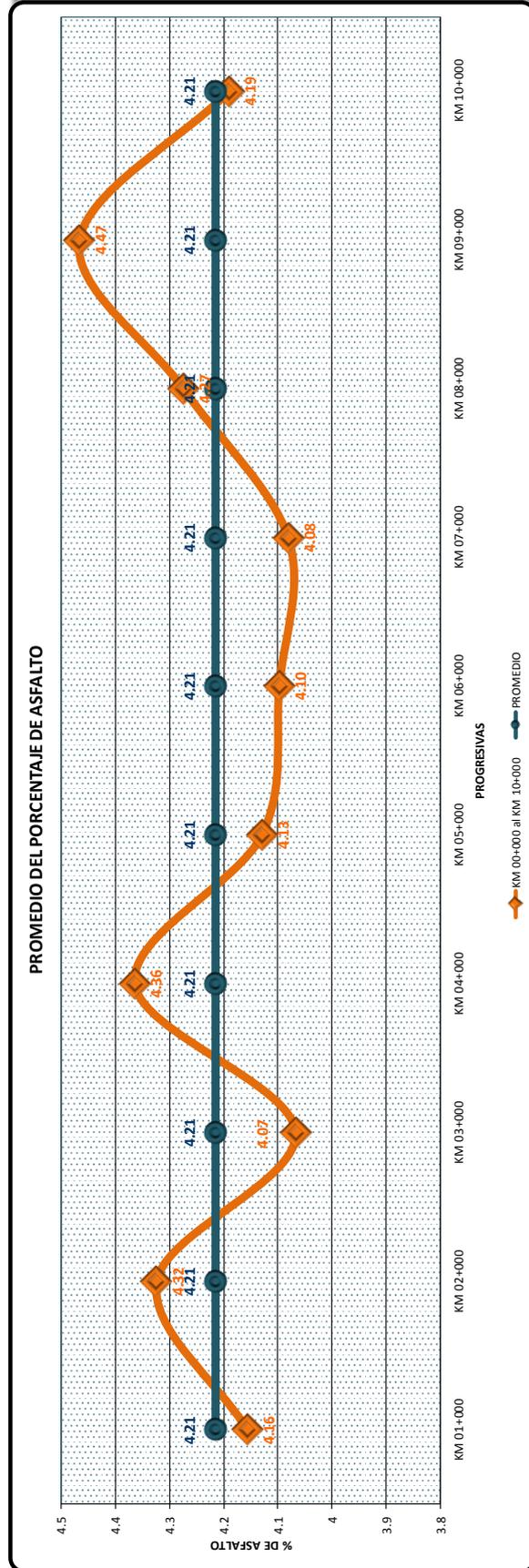
Tabla 6-1. Resumen de los porcentajes de asfalto y granulometría obtenidos del ensayo extracción cuantitativa (lavado asfáltico) con el equipo extractor centrífugo de asfalto

RESUMEN DE LOS PORCENTAJES DE ASFALTO Y DE LA GRANULOMETRÍA

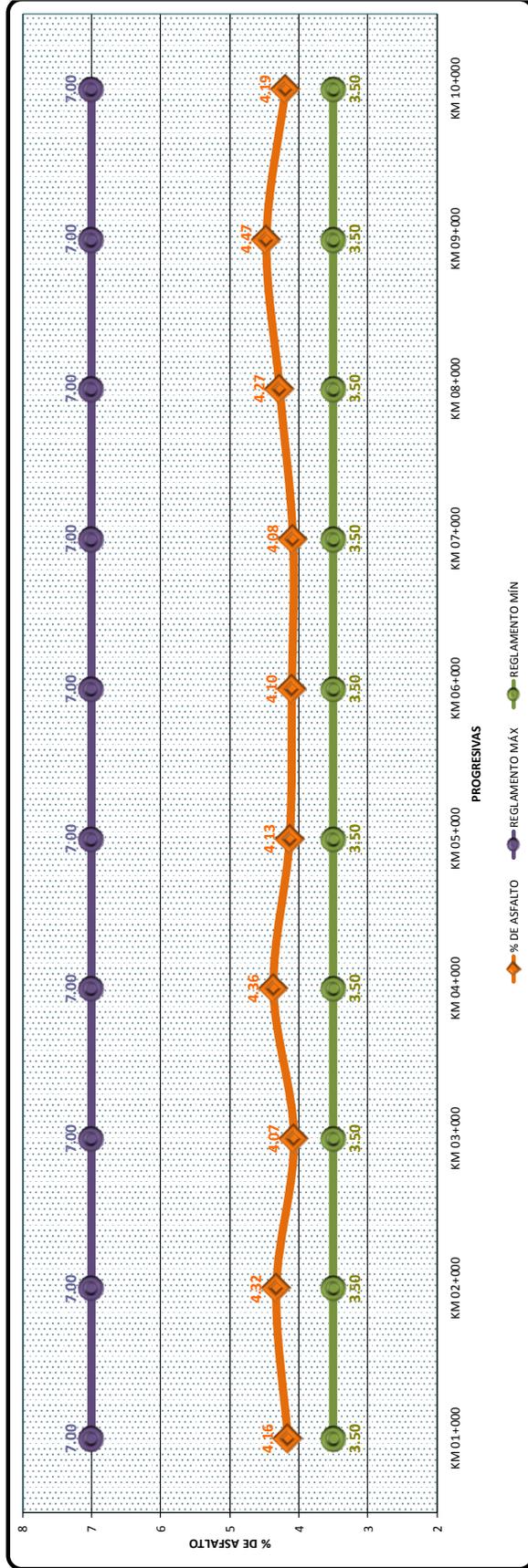
TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÍÑA
BACH. ING. RAY MARCELO ILLANOS MAMANI

Nº MUESTRA	TRAMOS DE CARRETERA	DATOS DE ENSAYO EXTRACTOR CENTRIFUGO DE ASFALTO			TAMICES SEGUN EL ASTM (% QUE PASA)																
		% DE ASFALTO	PESO INICIAL MUESTRA (gr.)	PESO SECO MUESTRA (gr.)	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	Nº 04	Nº 08	Nº 10	Nº 16	Nº 20	Nº 30	Nº 40	Nº 50	Nº 60	Nº 80	Nº 100	Nº 200
01	KM 01+000	4.16	2355.60	2261.60	100.00	95.72	86.62	73.94	68.08	61.32	49.83	46.48	41.11	36.83	31.85	25.27	17.39	13.29	10.92	9.07	5.28
02	KM 02+000	4.32	2369.60	2271.40	100.00	92.53	84.32	72.45	66.40	59.69	47.81	43.51	37.59	33.21	27.86	22.28	14.69	11.49	9.57	8.16	5.41
03	KM 03+000	4.07	2251.60	2163.60	100.00	95.75	85.99	71.99	66.28	60.78	48.65	43.80	38.46	33.78	28.91	24.67	18.26	15.77	13.83	10.98	7.68
04	KM 04+000	4.36	2202.50	2110.40	100.00	93.77	83.66	77.20	68.89	62.71	52.05	49.65	43.19	39.09	33.32	26.81	17.81	14.39	12.43	9.79	5.28
05	KM 05+000	4.13	2236.90	2148.19	100.00	91.09	79.96	66.43	59.80	54.40	47.00	44.06	38.79	34.27	29.04	23.06	16.34	13.38	11.29	10.02	5.98
06	KM 06+000	4.10	2113.70	2030.50	100.00	92.81	83.05	70.05	62.03	56.84	50.33	45.76	40.20	35.03	29.80	23.94	17.44	14.39	12.59	10.82	6.02
07	KM 07+000	4.08	2129.60	2046.10	100.00	93.32	79.86	65.09	57.85	52.81	46.77	42.52	37.35	32.55	27.69	22.24	16.20	13.36	11.57	10.05	5.60
08	KM 08+000	4.27	2312.70	2217.90	100.00	92.96	80.79	65.93	59.81	55.58	49.73	44.76	39.69	34.01	29.89	24.42	18.58	15.61	14.32	12.66	8.82
09	KM 09+000	4.47	2580.00	2469.70	100.00	93.31	87.96	77.50	70.05	64.56	55.85	48.98	43.06	39.72	32.04	23.66	17.39	13.37	10.83	9.02	5.12
10	KM 10+000	4.19	2536.20	2434.20	100.00	91.01	82.58	74.54	67.63	63.22	53.94	46.98	40.93	37.13	29.93	21.56	14.94	12.25	11.04	8.88	5.14

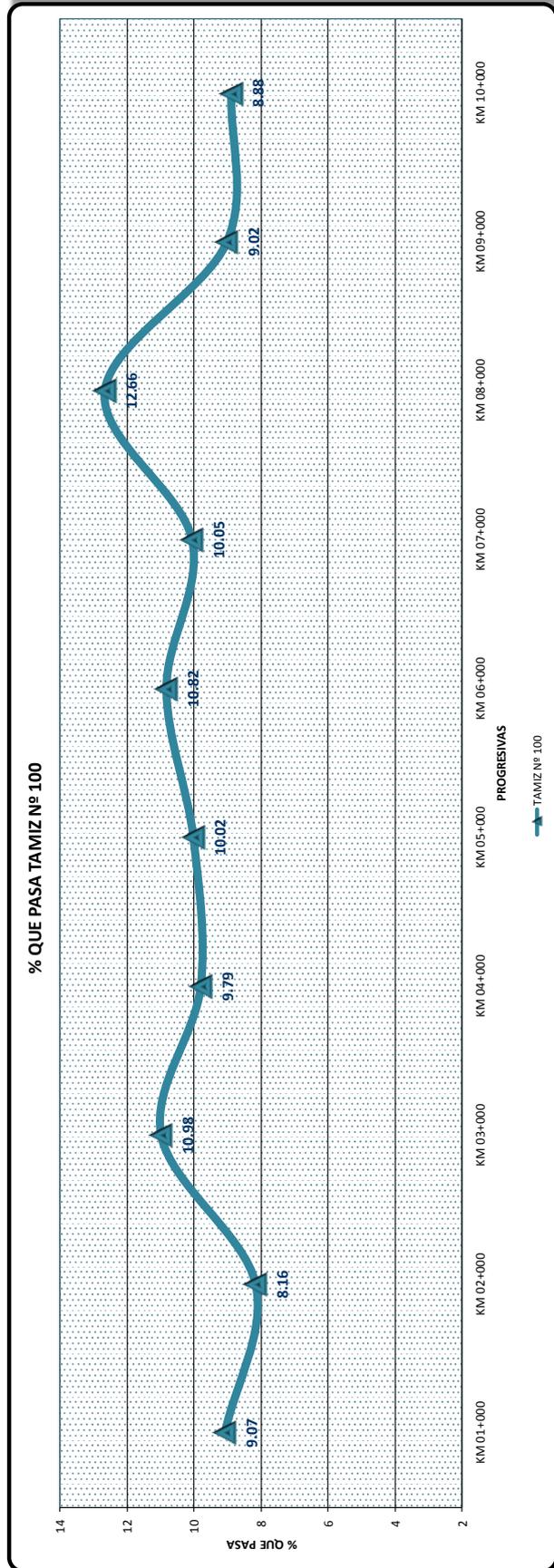
PROMEDIO DEL PORCENTAJE DE ASFALTO



COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO OBTENIDO CON EL RANGO RECOMENDADO POR EL INSTITUTO DE ASFALTO



% QUE PASA TAMIZ Nº 100



% QUE PASA TAMIZ Nº 200

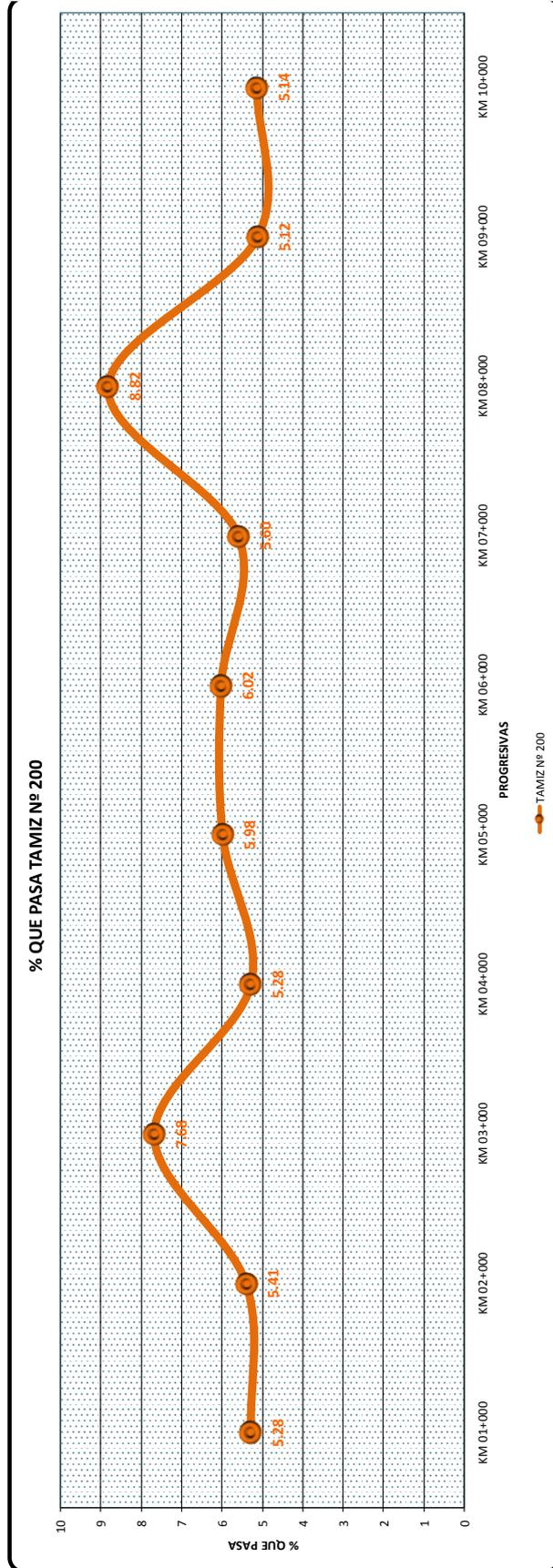
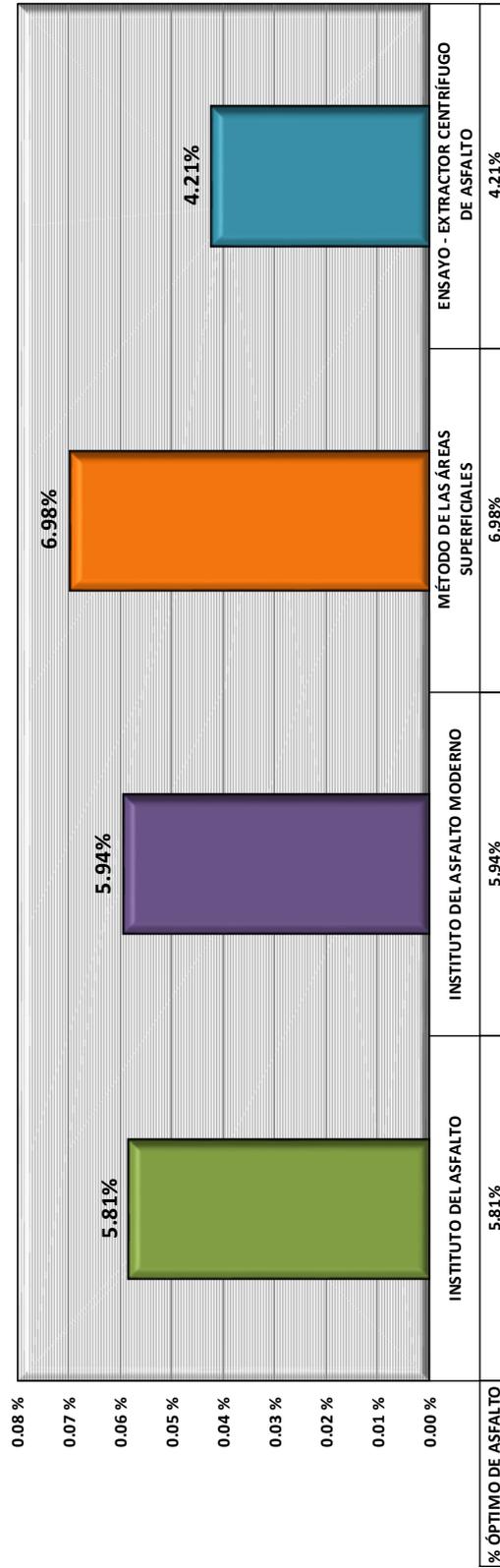


Tabla 6-2. Comparación del porcentaje de asfalto obtenido del ensayo de extracción cuantitativa (lavado asfáltico) con los métodos empíricos y a su vez se muestra el porcentaje óptimo de asfalto siendo este el promedio de todas las progresivas

COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE ÓPTIMO DE ASFALTO

N° MUESTRA	PROGRESIVAS										% ÓPTIMO DE ASFALTO
	KM 01+000	KM 02+000	KM 03+000	KM 04+000	KM 05+000	KM 06+000	KM 07+000	KM 08+000	KM 09+000	KM 10+000	
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	
INSTITUTO DEL ASFALTO	5.76%	5.70%	5.84%	5.83%	5.71%	5.81%	5.68%	5.93%	5.93%	5.88%	5.81%
INSTITUTO DEL ASFALTO MODERNO	5.82%	5.82%	6.18%	5.84%	5.90%	5.94%	5.84%	6.36%	5.85%	5.84%	5.94%
MÉTODO DE LAS ÁREAS SUPERFICIALES	6.94%	6.49%	7.34%	7.15%	6.79%	6.95%	6.51%	7.83%	7.03%	6.76%	6.98%
ENSAYO - EXTRACTOR CENTRÍFUGO DE ASFALTO	4.16%	4.32%	4.07%	4.36%	4.13%	4.10%	4.08%	4.27%	4.47%	4.19%	4.21%

**COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE
ÓPTIMO DE ASFALTO**





CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Según los resultados obtenidos, el contenido de asfalto, se determinó que se sitúa entre 4.07% en el rango mínimo y 4.47% el rango máximo (Tabla 6-1), el rango recomendado por el Instituto de Asfalto se encuentra entre 3.5% y 7.0% de bitumen en la mezcla. Por los resultados obtenidos podemos indicar que el porcentaje de asfalto es variable en todos los tramos haciendo una mezcla no homogénea. El porcentaje promedio de asfalto calculado según los ensayos de laboratorio, dio como resultado 4.21% (Figura 6-1) y el porcentaje de asfalto óptimo recomendado por instituto del asfalto es de 5.50% de bitumen en la mezcla. Existiendo una diferencia de 1.29%, esto hace que la mezcla asfáltica no esté dentro del rango, no siendo lo correcto según las normas establecidas.
- Según los resultados obtenidos, el contenido de asfalto promedio en todos los tramos es de 4.21% (Figura 6-1), según lo recomendado por instituto del asfalto se encuentra entre 3.5% y 7.0% de bitumen en la mezcla y un porcentaje de asfalto óptimo de 5.50% de bitumen en la mezcla, existiendo una diferencia de 1.29%, estando dentro del rango establecido, mas no dentro de lo óptimo según las normas establecidas.
- Al determinar las propiedades físicas del agregado realizando los ensayos de granulometría a las muestras de la carpeta asfáltica obtenidas con el equipo saca núcleos, se concluye que el agregado empleado en la elaboración del asfalto no ha sido bien graduado, porque, la representación gráfica de las curvas granulométricas deja entrever que el agregado no cumple con los requisitos de la normas del AASTHO 93 ya que la curva del ensayo sobrepasa de las curvas parámetros.

También se presenta pérdida de agregados por su antigüedad de uso al no haber un mantenimiento periódico solo siendo un mantenimiento rutinario por parte de Provias, y al no haber ningún mejoramiento en la carpeta asfáltica el deterioro por envejecimiento aumenta.

- Se observa en la gráfica del análisis granulométrico pérdida de agregados y bitumen asfáltico debido al desgaste por repetición de cargas, agentes climáticos y envejecimiento. (Pág. 111, 116, 121, 126, 131, 136, 141, 146, 151, 163)
- La alternativa de obtención y uso del porcentaje del asfalto, consiste fundamentalmente, en lograr un adecuado diseño de mezcla y la máxima densidad, para ello un factor determinante es la granulometría del agregado a emplear y ligante asfáltico, es el que más influye tanto en la calidad de la mezcla asfáltica como en su costo total, para ello el contenido de asfalto a utilizar, ideal es de 5 a 6 %, de manera que se garantice el comportamiento de la carpeta asfáltica.
- Los resultados obtenidos por los métodos de diseño de mezclas asfálticas oscilan en un promedio de 5.94% a 6.98% por el método del Instituto del Asfalto y método de las Áreas (Tabla 6-2). como podemos notar de los ensayos de extracción centrífuga, ninguna de las muestras está en el rango establecido, todos se encuentran por debajo del contenido óptimo del asfalto. Suponiendo que la pérdida del cemento asfáltico es por la edad y tráfico (Figura 6-5).
- Se determina fácilmente que las fallas y el desgaste encontrados son producto de una inadecuada dosificación en su procesos constructivo de

la carpeta asfáltica, el cual junto a los factores climatológicos y por repetición de cargas, ya que estas fallas y el desgaste se encuentran a lo largo del desarrollo de la carretera construida, eso nos da a entender que la carretera evaluada amerita una rehabilitación. También por la falta de control de calidad del diseño de mezclas empleado por el ejecutor lo que ha originado que se recurra a realizar el parchado en algunas zonas de la carretera

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que los áridos conformantes de la estructura del pavimento, antes de ser aprobados para su utilización reúnan todas las características y requisitos mínimos establecidos en las normas vigentes. Estas características solo serán conocidas si se les practican las diferentes pruebas normadas para estos como: peso volumétrico seco y suelto, granulometría, densidad, absorción, desgaste y adherencia con el asfalto.
- Se recomienda que los diseños de mezclas asfálticas se efectúen mediante los métodos utilizados del Instituto del Asfalto, Método de las Áreas, Método Marshall, considerando mezclas de prueba con contenidos de cemento asfáltico en el rango de 5 a 6%, para los agregados típicos de acuerdo a la experiencia en los proyectos efectuados.
- Para que la evaluación de la carpeta asfáltica en cuanto a su dosificación sea justa y precisa, se recomienda que la toma de muestras in-situ se realice empleando el equipo saca núcleos debido a que nos

proporciona muestras exactas e inalteradas de la carpeta a evaluar, como ha sido en el presente caso.

- Se recomienda realizar mantenimientos rutinarios y periódicos de la carpeta asfáltica, para prevenir las fallas existentes, deformaciones, parchados y envejecimiento de la carpeta asfáltica en los tramos evaluados.
- Realizar una rehabilitación de la carretera debido a que no se ha podido comprobar que cuenta con un correcto proceso constructivo, y por el desgaste presentado en la carpeta asfáltica



BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFIA

1. CÉSPEDES ABANTO, JOSE, 2002 – “Los Pavimentos en las Vías Terrestres: Calles, Carreteras y Aeropistas” Primera Edición.
2. MENENDES ACURIO JOSE RAFAEL, 2009 – “Ingeniería de Pavimentos, Materiales, Diseño y Conservación” ICG - Primera Edición.
3. MENENDES ACURIO JOSE RAFAEL, 2012 – “Ingeniería de Pavimentos, Materiales, Diseño y Conservación” ICG - Segunda Edición.
4. MONTEJO, F. ALFONSO, 2006 – “Ingeniería de Pavimentos para Carreteras Tomo I” Segunda Edición.
5. MONTEJO, F. ALFONSO, 2006 – “Ingeniería de Pavimentos para Carreteras Tomo II” Segunda Edición.
6. CARRILLO, GIL A. 1993 “Pavimentos urbanos Proyectos de rehabilitación adecuados y económicos”.
7. CHANG A. CARLOS M. “Pavimentos, Evaluación, Diseño Construcción” ICG – PT 32.
8. COILA S. DANIEL 2008 “Diseño de Pavimentos” Universidad Nacional del Altiplano, separata, Carrera Profesional de Ingeniería Civil”

9. HERADEZ SAMPIERI, Roberto: Metodología de la Investigación. Editorial Me Graw Hill México 2003.
10. MANCHEGO, P. JUAN MANUEL, 2010 “Evaluación Estructural de Pavimentos” Editorial Salvatier, Primera Edición.
11. NORMA ASTM D 21 72, AASTHO T 164 “PORCENTAJE DE EXTRACCIÓN DEL ASFALTO, Competencias Técnicas de Laboratorista en Mezclas Asfálticas.
12. TECNOLOGIA DE ASFALTO, 1997 “Instituto del Asfalto de USA”.
13. ASOCIACION PERUANA DE CAMINOS, 1998 “II Congreso Nacional de Asfalto” Lima-Perú.
14. “Curso de Pavimento Asfaltico”, año 2002.
15. <http://www.slideshare.net/UCGcertificacionvial/porcentaje-de-extraccin-del-asfalto-1470658>.
16. <http://asfaltos.petroperu.com.pe/1966>.
17. <http://www.slideshare.net/crynshop/pavimentos-3819962>
18. <http://es.scribd.com/doc/98142096/DISENO-DE-MEZCLAS-ASFALTICAS>
UPAO.
19. <http://www.monografias.com/trabajos13/pavime/pavime.shtml>
20. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/sanchez_r_se/capitulo2.pdf



IMAGEN SATELITAL DE LA CARRETERA



Ruta de la carretera donde se realizó los ensayos de evaluación de la carpeta asfáltica.

FORMATOS

LABORATORIO

1. DATOS INICIALES PARA DETERMINAR EL PESO SECO DE LAS MUESTRAS.
2. DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE ASFALTO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS, USANDO EL EQUIPO EXTRACTOR CENTRÍFUGO DE ASFALTO Y EMPLEANDO MÉTODOS DEL INSTITUTO DEL ASFALTO Y MÉTODO DE LAS ÁREAS.
 - 2.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO.
 - 2.2. FÓRMULA EMPÍRICA DEL INSTITUTO DEL ASFALTO.
 - 2.3. MÉTODO EMPÍRICO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO. (MODERNO)
 - 2.4. MÉTODO DE LAS ÁREAS SUPERFICIALES.
 - 2.5. COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE DE CONTENIDO DE ASFALTO.

**EXTRACCIÓN CUANTITATIVA DE ASFALTO EN MEZCLAS PARA PAVIMENTOS
MTC E 502-2000 (AASHTO T 164 - ASTM D 2172)**

N° MUESTRA	PROGRESIVAS									
	KM 01+000	KM 02+000	KM 03+000	KM 04+000	KM 05+000	KM 06+000	KM 07+000	KM 08+000	KM 09+000	KM 10+000
A. Peso Inicial Muestra (gr.)	2355.60	2369.60	2251.60	2202.50	2236.90	2113.70	2129.60	2312.70	2580.00	2536.20
B. Peso Inicial Filtro (gr.)	19.60	19.50	19.70	19.60	19.50	19.50	19.60	19.40	19.50	19.40
C. Peso Seco Muestra (gr.)	2254.20	2264.50	2157.50	2102.60	2141.59	2023.70	2040.50	2211.40	2461.70	2427.80
D. Peso Seco Filtro (gr.)	27.00	26.40	25.80	27.40	26.10	26.30	25.20	25.90	27.50	25.80
E. Peso Retenido Filtro (gr.) (D-B)	7.40	6.90	6.10	7.80	6.60	6.80	5.60	6.50	8.00	6.40
F. TOTAL: Peso Seco Muestra (gr.) (C+E)	2261.60	2271.40	2163.60	2110.40	2148.19	2030.50	2046.10	2217.90	2469.70	2434.20



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 503-2000 (AASHTO T 30 - ASTM D 546)

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA
(AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"

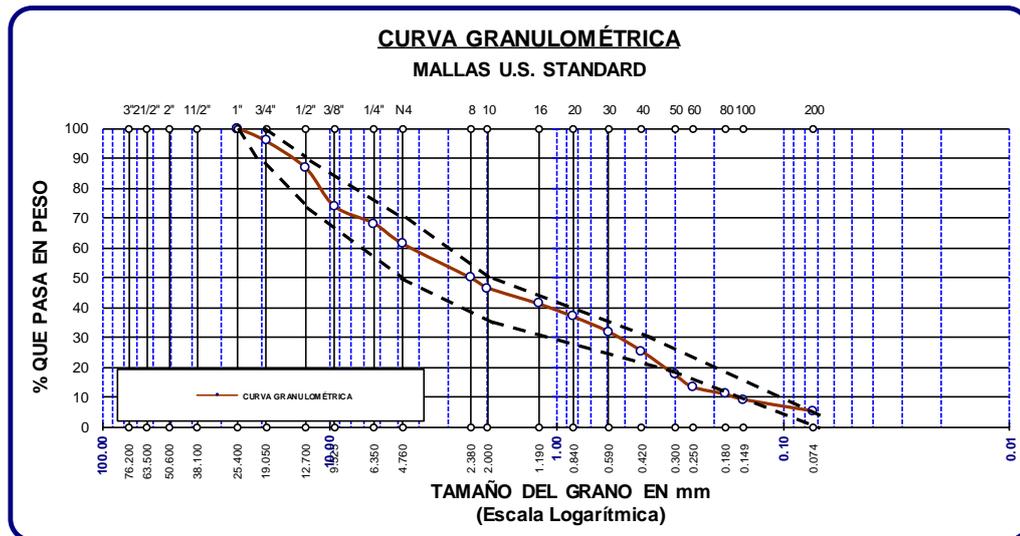
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA

MUESTRA : KM 01+000

FECHA : SETIEMBRE DEL 2013

SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAIÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso de la Muestra Antes del Lavado
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						2355.60
1 1/2"	38.100						
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	Peso de la Muestra Después del Lavado
3/4"	19.050	96.90	4.28	4.28	95.72		
1/2"	12.700	205.60	9.09	13.38	86.62	75 90	2261.60
3/8"	9.525	286.90	12.69	26.06	73.94		
1/4"	6.350	132.45	5.86	31.92	68.08	50 70	%del Asfalto
Nº 04	4.760	152.95	6.76	38.68	61.32		
Nº 08	2.380	259.80	11.49	50.17	49.83	35 50	4.16%
Nº 10	2.000	75.90	3.36	53.52	46.48		
Nº 16	1.190	121.40	5.37	58.89	41.11	20 30	Porcentaje de Grava: 38.68 Porcentaje de Arena: 61.32
Nº 20	0.840	96.80	4.28	63.17	36.83		
Nº 30	0.590	112.50	4.97	68.15	31.85		
Nº 40	0.420	148.80	6.58	74.73	25.27		
Nº 50	0.300	178.22	7.88	82.61	17.39		
Nº 60	0.250	92.72	4.10	86.71	13.29		
Nº 80	0.180	53.80	2.38	89.08	10.92		
Nº 100	0.149	41.66	1.84	90.93	9.07		
Nº 200	0.074	85.70	3.79	94.72	5.28	0 3	
BASE		119.50	5.28	100.00	0.00		
TOTAL		2261.60	100.00				
% PERDIDA							





UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

FÓRMULA EMPÍRICA DEL INSTITUTO DEL ASFALTO
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA
(AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"

PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA

MUESTRA : KM 01+000

FECHA : SETIEMBRE DEL 2013

SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

$$P = (4 \times R) + (7 \times S) + (12 \times F)$$

Datos :

R = Retenidos Tamices : 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N° 04, N° 08
S = Retenidos Tamices : N° 10, N° 16, N° 20, N° 30, N° 40, N° 50, N° 60, N° 80, N° 100, N° 200
F = Pasantes Tamis : N° 200

R = 50.17 %
S = 44.55 %
F = 5.28 %

Resolución :

$$P = (4 \times 0.502) + (7 \times 0.445) + (12 \times 0.053)$$
$$P = (2.008) + (3.115) + (0.636)$$

$$P = 5.76\%$$
$$P = 0.0576$$

Cantidad de asfalto necesario: 5.76% de peso sobre el peso total de la mezcla.

Peso de la mezcla asfáltica apro = 2000 Kg. / m³
Densidad del asfalto = 1.10
Equivalencia 1 galón = 3.875 Litros
Cantidad de asfalto en Kg. = 115.18 Kg. / m³
Cantidad de asfalto en Litros = 104.71 Litros
Cantidad de asfalto = 27.02 Galones / m³
Cantidad de asfalto RC-250 = 35 Galones / m³

.. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

MÉTODO EMPÍRICO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 01+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

Fórmula de MacKenson y Frickstad

$$P = (0.035 \times a) + (0.045 \times b) + Xc + F$$

Datos:

a = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 3/4" y es retenida en la # 8
b = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 8 y es retenida en la # 200
c = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 200

Xc = 0.18c, cuando 6 - 10% pasa Tamiz Nº 200
Xc = 0.15c, cuando 11 - 15% pasa Tamiz Nº 200
Xc = 0.20c, cuando < 5% pasa Tamiz Nº 200

F = Factor de corrección por absorción, el valor de F varía:
Muy poroso = 2.0%
Muy liso = 0.7%
Mediano = 1%

a = 50.17 %
b = 44.55 %
c = 5.28 %

Resolución :

$$P = (0.035 \times 50.17) + (0.045 \times 44.55) + (0.20 \times 5.28) + 1.00$$
$$P = 1.76 + 2 + 1.06 + 1.00$$

$$P = 5.82\%$$
$$P = 0.0582$$

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.



MÉTODO DE LAS ÁREAS SUPERFICIALES
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 01+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

Método California ó Áreas Superficiales

Se basa bajo el concepto de cada partícula que forma parte de los agregados de una mezcla asfáltica, esté recubierta por una película de asfalto de un espesor suficiente que permita una óptima adherencia.

$$P = \frac{2.65 \cdot \text{Área Superficial} \cdot \text{Índice Asfáltico} \cdot 100}{\text{Peso Específico del Agregado}}$$

Datos:

P = Porcentaje de asfalto en peso sobre el peso total de la mezcla.
Área Superficial, de la suma de todas las partículas, en pies cuadrados/libras de peso.
Índice Asfáltico, cantidad de asfalto de recubrimiento.

TAMICES	ABERTURA	PESO	%	%	%
ASTM	mm	RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO CUMULADO	QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	96.90	4.28	4.28	95.72
1/2"	12.700	205.60	9.09	13.38	86.62
3/8"	9.525	286.90	12.69	26.06	73.94
1/4"	6.350	132.45	5.86	31.92	68.08
Nº 04	4.760	152.95	6.76	38.68	61.32
Nº 08	2.380	259.80	11.49	50.17	49.83
Nº 10	2.000	75.90	3.36	53.52	46.48
Nº 16	1.190	121.40	5.37	58.89	41.11
Nº 20	0.840	96.80	4.28	63.17	36.83
Nº 30	0.590	112.50	4.97	68.15	31.85
Nº 40	0.420	148.80	6.58	74.73	25.27
Nº 50	0.300	178.22	7.88	82.61	17.39
Nº 60	0.250	92.72	4.10	86.71	13.29
Nº 80	0.180	53.80	2.38	89.08	10.92
Nº 100	0.149	41.66	1.84	90.93	9.07
Nº 200	0.074	85.70	3.79	94.72	5.28
BASE		119.50	5.28	100.00	0.00
TOTAL		2261.60	100.00		
% PERDIDA					

$$50.17 \times 4 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 200.67$$

$$17.98 \times 15 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 269.68$$

$$26.57 \times 80 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 2125.57$$

$$5.28 \times 260 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 1373.81$$

$$\Sigma \quad \mathbf{3969.73}$$

$$\mathbf{39.70}$$

Resolución :

Peso Específico Estándar = 2.50
Área Superficial = 39.70
Índice Asfáltico = 0.00165

$$P = 0.069$$

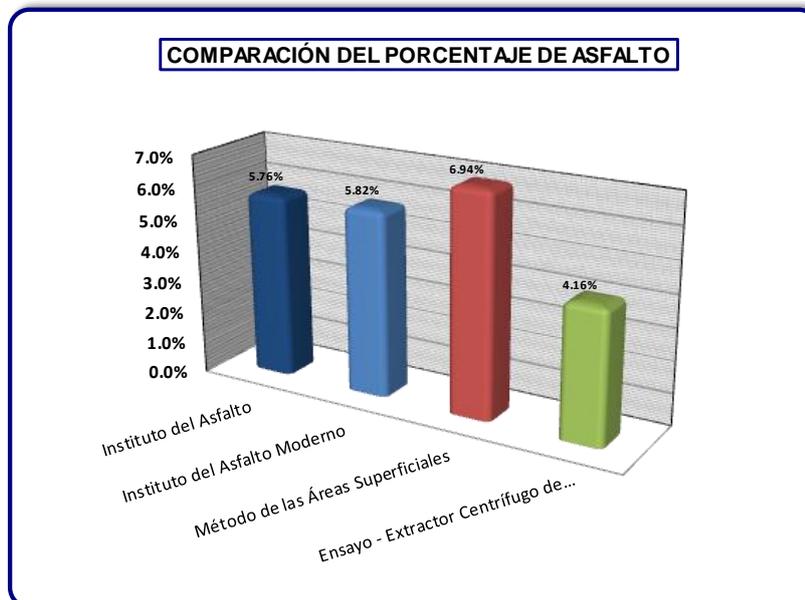
$$P = 6.94\%$$



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 01+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI



DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.

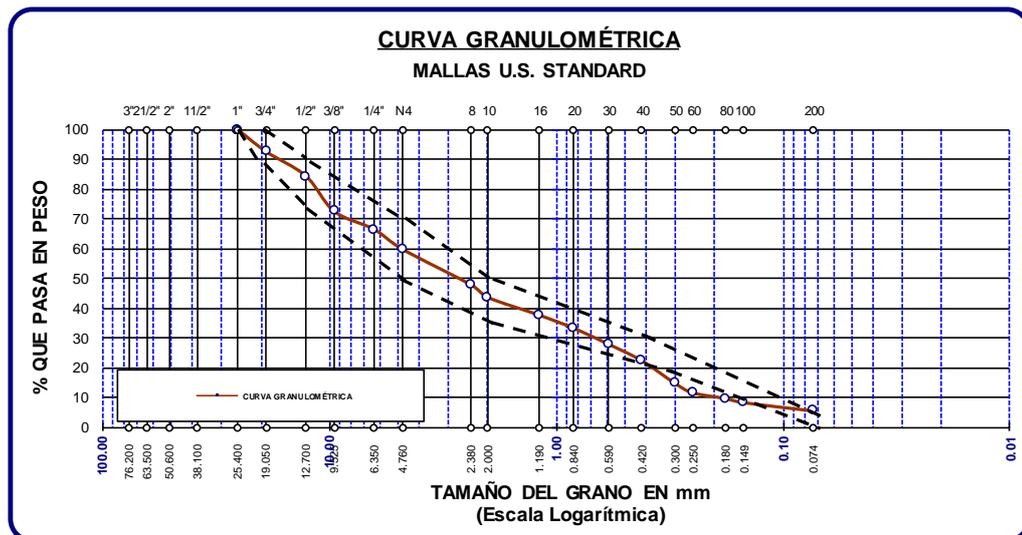


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 503-2000 (AASHTO T 30 - ASTM D 546)

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 02+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAIÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso de la Muestra Antes del Lavado
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						2369.60
1 1/2"	38.100						
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	Peso de la Muestra Después del Lavado
3/4"	19.050	169.60	7.47	7.47	92.53		
1/2"	12.700	186.50	8.21	15.68	84.32	75 90	2271.40
3/8"	9.525	269.60	11.87	27.55	72.45		
1/4"	6.350	137.43	6.05	33.60	66.40	50 70	%del Asfalto
Nº 04	4.760	152.47	6.71	40.31	59.69		
Nº 08	2.380	269.90	11.88	52.19	47.81	35 50	4.32%
Nº 10	2.000	97.60	4.30	56.49	43.51		
Nº 16	1.190	134.50	5.92	62.41	37.59	20 30	Porcentaje de Grava: 40.31 Porcentaje de Arena: 59.69
Nº 20	0.840	99.50	4.38	66.79	33.21		
Nº 30	0.590	121.50	5.35	72.14	27.86		
Nº 40	0.420	126.82	5.58	77.72	22.28		
Nº 50	0.300	172.30	7.59	85.31	14.69		
Nº 60	0.250	72.80	3.21	88.51	11.49		
Nº 80	0.180	43.60	1.92	90.43	9.57		
Nº 100	0.149	31.98	1.41	91.84	8.16		
Nº 200	0.074	62.50	2.75	94.59	5.41	0 3	
BASE TOTAL		2271.40	100.00				
% PERDIDA							





UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

FÓRMULA EMPÍRICA DEL INSTITUTO DEL ASFALTO
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA
(AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 02+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

$$P = (4 \times R) + (7 \times S) + (12 \times F)$$

Datos :

R = Retenidos Tamices : 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N° 04, N° 08
S = Retenidos Tamices : N° 10, N° 16, N° 20, N° 30, N° 40, N° 50, N° 60, N° 80, N° 100, N° 200
F = Pasantes Tamis : N° 200

R = 52.19 %
S = 42.40 %
F = 5.41 %

Resolución :

$$P = (4 \times 0.522) + (7 \times 0.424) + (12 \times 0.054)$$
$$P = (2.088) + (2.968) + (0.648)$$

$$P = 5.70\%$$
$$P = 0.0570$$

Cantidad de asfalto necesario: 5.70% de peso sobre el peso total de la mezcla.

Peso de la mezcla asfáltica apro = 2000 Kg. / m³
Densidad del asfalto = 1.10
Equivalencia 1 galón = 3.875 Litros
Cantidad de asfalto en Kg. = 114.09 Kg. / m³
Cantidad de asfalto en Litros = 103.72 Litros
Cantidad de asfalto = 26.77 Galones / m³
Cantidad de asfalto RC-250 = 35 Galones / m³

.. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

MÉTODO EMPÍRICO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 02+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

Fórmula de MacKenson y Frickstad

$$P = (0.035 \times a) + (0.045 \times b) + Xc + F$$

Datos:

a = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 3/4" y es retenida en la # 8
b = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 8 y es retenida en la # 200
c = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 200

Xc = 0.18c, cuando 6 - 10% pasa Tamiz Nº 200
Xc = 0.15c, cuando 11 - 15% pasa Tamiz Nº 200
Xc = 0.20c, cuando < 5% pasa Tamiz Nº 200

F = Factor de corrección por absorción, el valor de F varía:
Muy poroso = 2.0%
Muy liso = 0.7%
Mediano = 1%

a = 52.19 %
b = 42.40 %
c = 5.41 %

Resolución :

$$P = (0.035 \times 52.19) + (0.045 \times 42.4) + (0.20 \times 5.41) + 1.00$$
$$P = 1.83 + 1.91 + 1.08 + 1.00$$

$$P = 5.82\%$$
$$P = 0.0582$$

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.

MÉTODO DE LAS ÁREAS SUPERFICIALES
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 02+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

Método California ó Áreas Superficiales

Se basa bajo el concepto de cada partícula que forma parte de los agregados de una mezcla asfáltica, esté recubierta por una película de asfalto de un espesor suficiente que permita una óptima adherencia.

$$P = \frac{2.65 \cdot \text{Área Superficial} \cdot \text{Índice Asfáltico} \cdot 100}{\text{Peso Específico del Agregado}}$$

Datos:

P = Porcentaje de asfalto en peso sobre el peso total de la mezcla.
Área Superficial, de la suma de todas las partículas, en pies cuadrados/libras de peso.
Índice Asfáltico, cantidad de asfalto de recubrimiento.

TAMICES	ABERTURA	PESO	%	%	%
ASTM	mm	RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	169.60	7.47	7.47	92.53
1/2"	12.700	186.50	8.21	15.68	84.32
3/8"	9.525	269.60	11.87	27.55	72.45
1/4"	6.350	137.43	6.05	33.60	66.40
Nº 04	4.760	152.47	6.71	40.31	59.69
Nº 08	2.380	269.90	11.88	52.19	47.81
Nº 10	2.000	97.60	4.30	56.49	43.51
Nº 16	1.190	134.50	5.92	62.41	37.59
Nº 20	0.840	99.50	4.38	66.79	33.21
Nº 30	0.590	121.50	5.35	72.14	27.86
Nº 40	0.420	126.82	5.58	77.72	22.28
Nº 50	0.300	172.30	7.59	85.31	14.69
Nº 60	0.250	72.80	3.21	88.51	11.49
Nº 80	0.180	43.60	1.92	90.43	9.57
Nº 100	0.149	31.98	1.41	91.84	8.16
Nº 200	0.074	62.50	2.75	94.59	5.41
BASE		122.80	5.41	100.00	0.00
TOTAL		2271.40	100.00		
% PERDIDA					

$$52.19 \times 4 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 208.77$$

$$19.95 \times 15 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 299.22$$

$$22.45 \times 80 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 1796.25$$

$$5.41 \times 260 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 1405.65$$

$$\Sigma \quad \underline{\underline{3709.89}}$$

$$37.10$$

Resolución :

Peso Específico Estándar = 2.50
Área Superficial = 37.10
Índice Asfáltico = 0.0165

$$P = 0.065$$

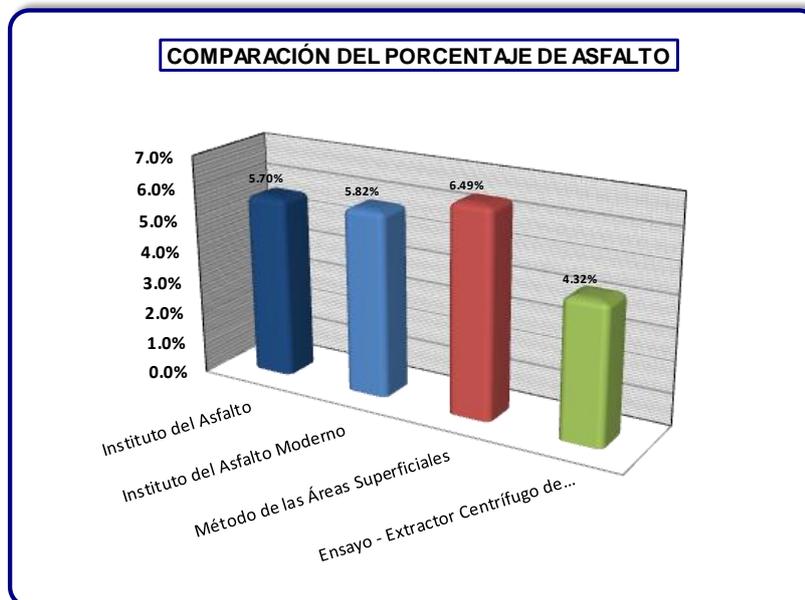
$$P = 6.49\%$$



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 02+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI



DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.

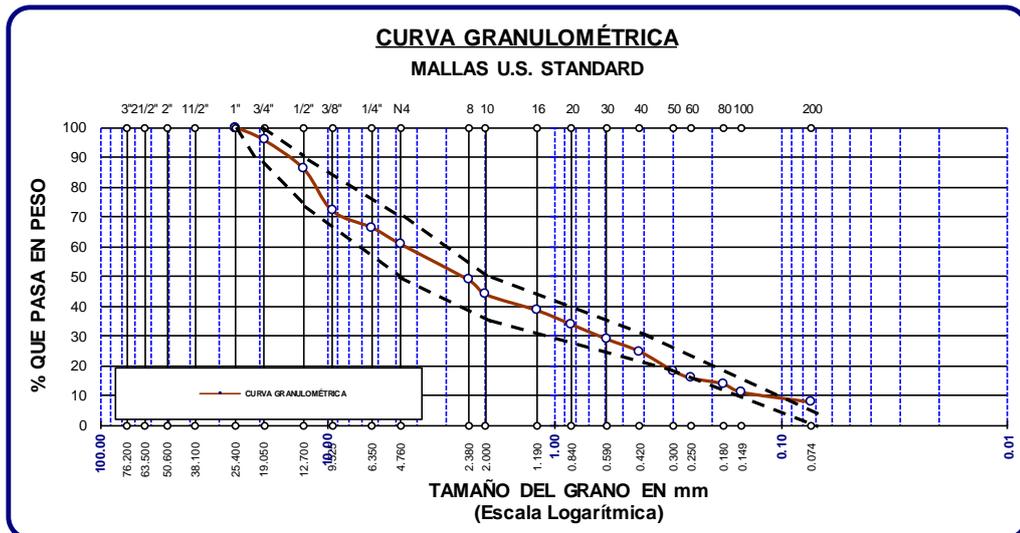


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 503-2000 (AASHTO T 30 - ASTM D 546)

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 03+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAIÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso de la Muestra Antes del Lavado
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						2251.60
1 1/2"	38.100						
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	Peso de la Muestra Después del Lavado
3/4"	19.050	91.90	4.25	4.25	95.75		
1/2"	12.700	211.30	9.77	14.01	85.99	75 90	2163.60
3/8"	9.525	302.90	14.00	28.01	71.99		
1/4"	6.350	123.50	5.71	33.72	66.28		%del Asfalto
Nº 04	4.760	118.90	5.50	39.22	60.78	50 70	
Nº 08	2.380	262.50	12.13	51.35	48.65		4.07%
Nº 10	2.000	104.90	4.85	56.20	43.80	35 50	
Nº 16	1.190	115.50	5.34	61.54	38.46		Porcentaje de Grava: 39.22 Porcentaje de Arena: 60.78
Nº 20	0.840	101.40	4.69	66.22	33.78		
Nº 30	0.590	105.40	4.87	71.09	28.91		20 30
Nº 40	0.420	91.60	4.23	75.33	24.67		
Nº 50	0.300	138.70	6.41	81.74	18.26		0 3
Nº 60	0.250	53.80	2.49	84.23	15.77		
Nº 80	0.180	42.10	1.95	86.17	13.83		
Nº 100	0.149	61.70	2.85	89.02	10.98		
Nº 200	0.074	71.30	3.30	92.32	7.68		
BASE		166.20	7.68	100.00	0.00		
TOTAL		2163.60	100.00				
% PERDIDA							





UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

FÓRMULA EMPÍRICA DEL INSTITUTO DEL ASFALTO
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA
(AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 03+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

$$P = (4 \times R) + (7 \times S) + (12 \times F)$$

Datos :

R = Retenidos Tamices : 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N° 04, N° 08
S = Retenidos Tamices : N° 10, N° 16, N° 20, N° 30, N° 40, N° 50, N° 60, N° 80, N° 100, N° 200
F = Pasantes Tamis : N° 200

R = 51.35 %
S = 40.97 %
F = 7.68 %

Resolución :

$$P = (4 \times 0.513) + (7 \times 0.41) + (12 \times 0.077)$$
$$P = (2.052) + (2.87) + (0.924)$$

$$P = 5.84\%$$
$$P = 0.0584$$

Cantidad de asfalto necesario: 5.84% de peso sobre el peso total de la mezcla.

Peso de la mezcla asfáltica apro = 2000 Kg. / m³
Densidad del asfalto = 1.10
Equivalencia 1 galón = 3.875 Litros
Cantidad de asfalto en Kg. = 116.87 Kg. / m³
Cantidad de asfalto en Litros = 106.25 Litros
Cantidad de asfalto = 27.42 Galones / m³
Cantidad de asfalto RC-250 = 36 Galones / m³

.. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

MÉTODO EMPÍRICO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 03+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

Fórmula de MacKenson y Frickstad

$$P = (0.035 \times a) + (0.045 \times b) + Xc + F$$

Datos:

a = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 3/4" y es retenida en la # 8
b = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 8 y es retenida en la # 200
c = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 200

Xc = 0.18c, cuando 6 - 10% pasa Tamiz Nº 200
Xc = 0.15c, cuando 11 - 15% pasa Tamiz Nº 200
Xc = 0.20c, cuando < 5% pasa Tamiz Nº 200

F = Factor de corrección por absorción, el valor de F varía:
Muy poroso = 2.0%
Muy liso = 0.7%
Mediano = 1%

a = 51.35 %
b = 40.97 %
c = 7.68 %

Resolución :

$$P = (0.035 \times 51.35) + (0.045 \times 40.97) + (0.20 \times 7.68) + 1.00$$
$$P = 1.8 + 1.84 + 1.54 + 1.00$$

$$P = 6.18\%$$
$$P = 0.0618$$

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.

MÉTODO DE LAS ÁREAS SUPERFICIALES
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 03+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

Método California ó Áreas Superficiales

Se basa bajo el concepto de cada partícula que forma parte de los agregados de una mezcla asfáltica, esté recubierta por una película de asfalto de un espesor suficiente que permita una óptima adherencia.

$$P = \frac{2.65 \cdot \text{Área Superficial} \cdot \text{Índice Asfáltico} \cdot 100}{\text{Peso Específico del Agregado}}$$

Datos:

P = Porcentaje de asfalto en peso sobre el peso total de la mezcla.
Área Superficial, de la suma de todas las partículas, en pies cuadrados/libras de peso.
Índice Asfáltico, cantidad de asfalto de recubrimiento.

TAMICES	ABERTURA	PESO	%	%	%
ASTM	mm	RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	91.90	4.25	4.25	95.75
1/2"	12.700	211.30	9.77	14.01	85.99
3/8"	9.525	302.90	14.00	28.01	71.99
1/4"	6.350	123.50	5.71	33.72	66.28
Nº 04	4.760	118.90	5.50	39.22	60.78
Nº 08	2.380	262.50	12.13	51.35	48.65
Nº 10	2.000	104.90	4.85	56.20	43.80
Nº 16	1.190	115.50	5.34	61.54	38.46
Nº 20	0.840	101.40	4.69	66.22	33.78
Nº 30	0.590	105.40	4.87	71.09	28.91
Nº 40	0.420	91.60	4.23	75.33	24.67
Nº 50	0.300	138.70	6.41	81.74	18.26
Nº 60	0.250	53.80	2.49	84.23	15.77
Nº 80	0.180	42.10	1.95	86.17	13.83
Nº 100	0.149	61.70	2.85	89.02	10.98
Nº 200	0.074	71.30	3.30	92.32	7.68
BASE		166.20	7.68	100.00	0.00
TOTAL		2163.60	100.00		
% PERDIDA					

$$51.35 \times 4 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 205.4$$

$$19.74 \times 15 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 296.17$$

$$21.22 \times 80 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 1697.91$$

$$7.68 \times 260 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 1997.23$$

$$\Sigma \quad 4196.71$$

$$41.97$$

Resolución :

Peso Específico Estándar = 2.50
Área Superficial = 41.97
Índice Asfáltico = 0.00165

$$P = 0.073$$

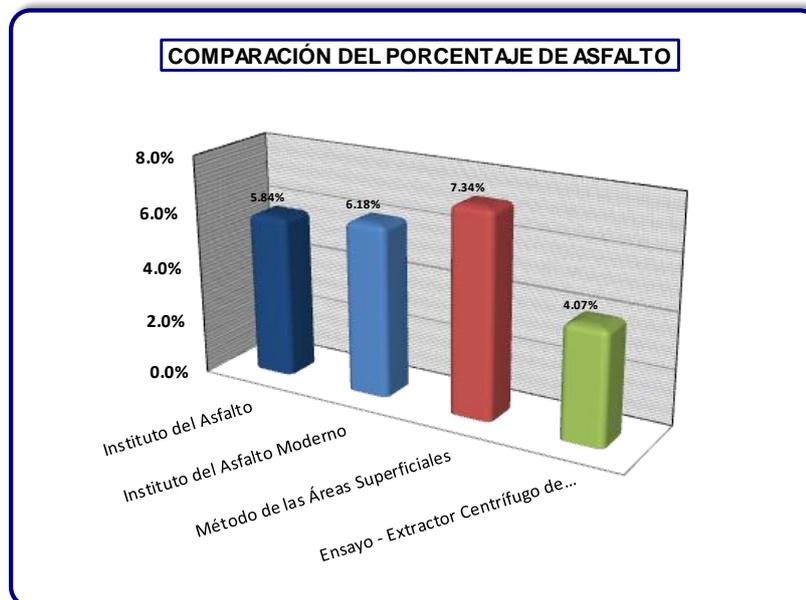
$$P = 7.34\%$$



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 03+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI



DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.

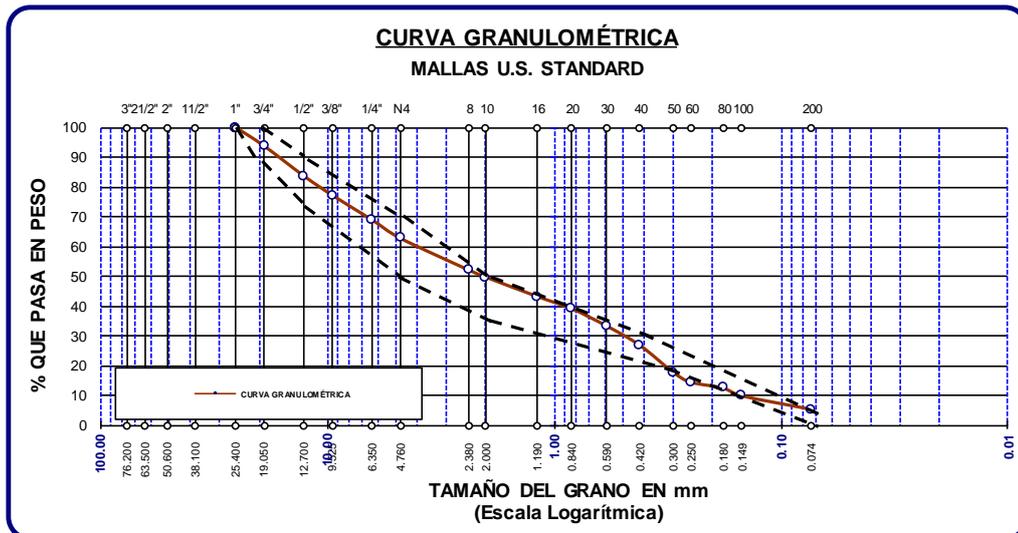


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 503-2000 (AASHTO T 30 - ASTM D 546)

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 04+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso de la Muestra Antes del Lavado
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						2202.50
1 1/2"	38.100						
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	Peso de la Muestra Después del Lavado
3/4"	19.050	131.40	6.23	6.23	93.77		
1/2"	12.700	213.40	10.11	16.34	83.66	75 90	2110.40
3/8"	9.525	136.40	6.46	22.80	77.20		
1/4"	6.350	175.30	8.31	31.11	68.89		%del Asfalto
Nº 04	4.760	130.50	6.18	37.29	62.71	50 70	
Nº 08	2.380	225.00	10.66	47.95	52.05		4.36%
Nº 10	2.000	50.60	2.40	50.35	49.65	35 50	
Nº 16	1.190	136.30	6.46	56.81	43.19		Porcentaje de Grava: 37.29
Nº 20	0.840	86.50	4.10	60.91	39.09	20 30	
Nº 30	0.590	121.80	5.77	66.68	33.32		Porcentaje de Arena: 62.71
Nº 40	0.420	137.50	6.52	73.19	26.81		
Nº 50	0.300	189.80	8.99	82.19	17.81		
Nº 60	0.250	72.30	3.43	85.61	14.39		
Nº 80	0.180	41.20	1.95	87.57	12.43		
Nº 100	0.149	55.70	2.64	90.21	9.79		
Nº 200	0.074	95.20	4.51	94.72	5.28	0 3	
BASE TOTAL		111.50	5.28	100.00	0.00		
% PERDIDA		2110.40	100.00				





**FÓRMULA EMPÍRICA DEL INSTITUTO DEL ASFALTO
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO**

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA
(AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"

PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA

MUESTRA : KM 04+000

FECHA : SETIEMBRE DEL 2013

SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

$$P = (4 \times R) + (7 \times S) + (12 \times F)$$

Datos :

R = Retenidos Tamices : 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N° 04, N° 08
S = Retenidos Tamices : N° 10, N° 16, N° 20, N° 30, N° 40, N° 50, N° 60, N° 80, N° 100, N° 200
F = Pasantes Tamis : N° 200

R = 47.95 %
S = 46.76 %
F = 5.28 %

Resolución :

$$P = (4 \times 0.48) + (7 \times 0.468) + (12 \times 0.053)$$

$$P = (1.92) + (3.276) + (0.636)$$

$$P = 5.83\%$$

$$P = 0.0583$$

Cantidad de asfalto necesario: 5.83% de peso sobre el peso total de la mezcla.

Peso de la mezcla asfáltica apro = 2000 Kg. / m³
Densidad del asfalto = 1.10
Equivalencia 1 galón = 3.875 Litros
Cantidad de asfalto en Kg. = 116.51 Kg. / m³
Cantidad de asfalto en Litros = 105.92 Litros
Cantidad de asfalto = 27.33 Galones / m³
Cantidad de asfalto RC-250 = 36 Galones / m³

.. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.



MÉTODO EMPÍRICO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 04+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

Fórmula de MacKenson y Frickstad

$$P = (0.035 \times a) + (0.045 \times b) + Xc + F$$

Datos:

a = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 3/4" y es retenida en la # 8
b = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 8 y es retenida en la # 200
c = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 200

Xc = 0.18c, cuando 6 - 10% pasa Tamiz Nº 200
Xc = 0.15c, cuando 11 - 15% pasa Tamiz Nº 200
Xc = 0.20c, cuando < 5% pasa Tamiz Nº 200

F = Factor de corrección por absorción, el valor de F varía:
Muy poroso = 2.0%
Muy liso = 0.7%
Mediano = 1%

a = 47.95 %
b = 46.76 %
c = 5.28 %

Resolución :

$$P = (0.035 \times 47.95) + (0.045 \times 46.76) + (0.20 \times 5.28) + 1.00$$

$$P = 1.68 + 2.1 + 1.06 + 1.00$$

$$P = 5.84\%$$

$$P = 0.0584$$

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.

MÉTODO DE LAS ÁREAS SUPERFICIALES
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 04+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

Método California ó Áreas Superficiales

Se basa bajo el concepto de cada partícula que forma parte de los agregados de una mezcla asfáltica, esté recubierta por una película de asfalto de un espesor suficiente que permita una óptima adherencia.

$$P = \frac{2.65 \cdot \text{Área Superficial} \cdot \text{Índice Asfáltico} \cdot 100}{\text{Peso Específico del Agregado}}$$

Datos:

P = Porcentaje de asfalto en peso sobre el peso total de la mezcla.
Área Superficial, de la suma de todas las partículas, en pies cuadrados/libras de peso.
Índice Asfáltico, cantidad de asfalto de recubrimiento.

TAMICES	ABERTURA	PESO	%	%	%
ASTM	mm	RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	131.40	6.23	6.23	93.77
1/2"	12.700	213.40	10.11	16.34	83.66
3/8"	9.525	136.40	6.46	22.80	77.20
1/4"	6.350	175.30	8.31	31.11	68.89
Nº 04	4.760	130.50	6.18	37.29	62.71
Nº 08	2.380	225.00	10.66	47.95	52.05
Nº 10	2.000	50.60	2.40	50.35	49.65
Nº 16	1.190	136.30	6.46	56.81	43.19
Nº 20	0.840	86.50	4.10	60.91	39.09
Nº 30	0.590	121.80	5.77	66.68	33.32
Nº 40	0.420	137.50	6.52	73.19	26.81
Nº 50	0.300	189.80	8.99	82.19	17.81
Nº 60	0.250	72.30	3.43	85.61	14.39
Nº 80	0.180	41.20	1.95	87.57	12.43
Nº 100	0.149	55.70	2.64	90.21	9.79
Nº 200	0.074	95.20	4.51	94.72	5.28
BASE		111.50	5.28	100.00	0.00
TOTAL		2110.40	100.00		
% PERDIDA					

$$47.95 \times 4 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 191.81$$

$$18.73 \times 15 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 280.89$$

$$28.04 \times 80 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 2242.99$$

$$5.28 \times 260 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 1373.67$$

$$\Sigma \quad \mathbf{4089.37}$$

$$\mathbf{40.89}$$

Resolución :

Peso Específico Estándar = 2.50
Área Superficial = 40.89
Índice Asfáltico = 0.00165

$$P = 0.072$$

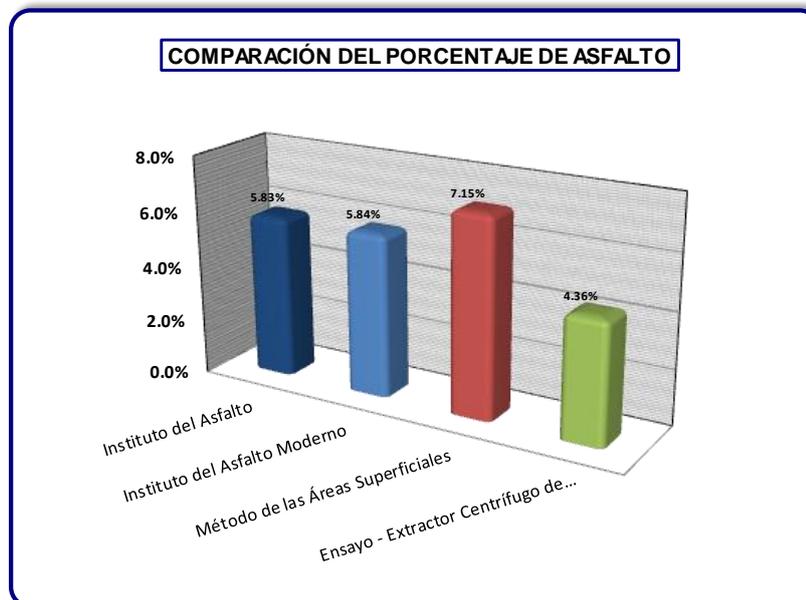
$$P = 7.15\%$$



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 04+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI



DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

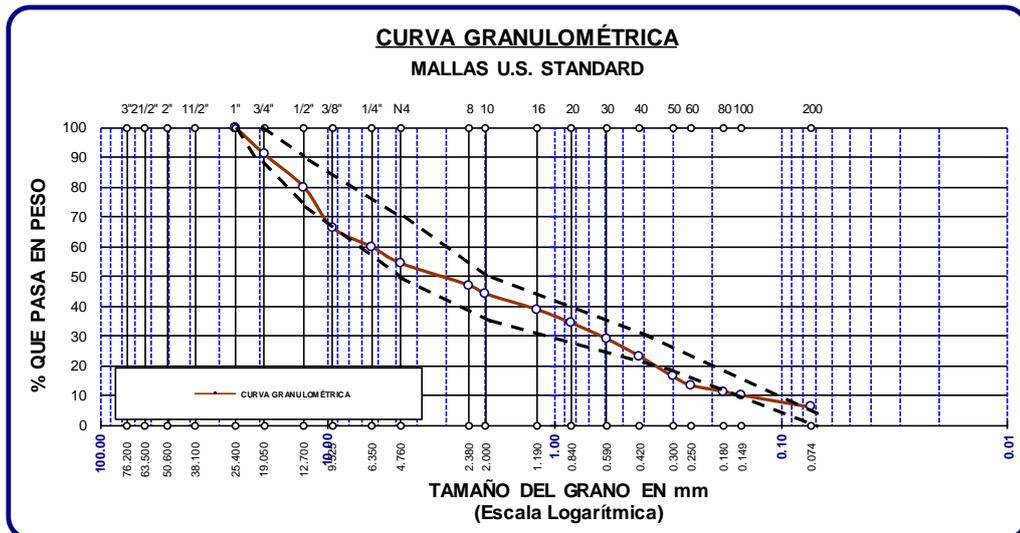
Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 503-2000 (AASHTO T 30 - ASTM D 546)

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 05+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso de la Muestra Antes del Lavado
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						2236.90
1 1/2"	38.100						
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	Peso de la Muestra Después del Lavado
3/4"	19.050	191.37	8.91	8.91	91.09		
1/2"	12.700	239.14	11.13	20.04	79.96	75 90	2148.19
3/8"	9.525	290.57	13.53	33.57	66.43		
1/4"	6.350	142.50	6.63	40.20	59.80		%del Asfalto
Nº 04	4.760	116.05	5.40	45.60	54.40	50 70	
Nº 08	2.380	158.85	7.39	53.00	47.00		4.13%
Nº 10	2.000	63.22	2.94	55.94	44.06	35 50	
Nº 16	1.190	113.12	5.27	61.21	38.79		Porcentaje de Grava: 45.60
Nº 20	0.840	97.16	4.52	65.73	34.27		
Nº 30	0.590	112.30	5.23	70.96	29.04		Porcentaje de Arena: 54.40
Nº 40	0.420	128.46	5.98	76.94	23.06	20 30	
Nº 50	0.300	144.52	6.73	83.66	16.34		
Nº 60	0.250	63.41	2.95	86.62	13.38		
Nº 80	0.180	44.97	2.09	88.71	11.29		
Nº 100	0.149	27.40	1.28	89.98	10.02		
Nº 200	0.074	86.59	4.03	94.02	5.98	0 3	
BASE		128.56		100.00	0.00		
TOTAL		2148.19	100.00				
% PERDIDA							





UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

FÓRMULA EMPÍRICA DEL INSTITUTO DEL ASFALTO
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA
(AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 05+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

$$P = (4 \times R) + (7 \times S) + (12 \times F)$$

Datos :

R = Retenidos Tamices : 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N° 04, N° 08
S = Retenidos Tamices : N° 10, N° 16, N° 20, N° 30, N° 40, N° 50, N° 60, N° 80, N° 100, N° 200
F = Pasantes Tamis : N° 200

R = 53.00 %
S = 41.02 %
F = 5.98 %

Resolución :

$$P = (4 \times 0.53) + (7 \times 0.41) + (12 \times 0.06)$$
$$P = (2.12) + (2.87) + (0.72)$$

$$P = 5.71\%$$
$$P = 0.0571$$

Cantidad de asfalto necesario: 5.71% de peso sobre el peso total de la mezcla.

Peso de la mezcla asfáltica apro = 2000 Kg. / m³
Densidad del asfalto = 1.10
Equivalencia 1 galón = 3.875 Litros
Cantidad de asfalto en Kg. = 114.19 Kg. / m³
Cantidad de asfalto en Litros = 103.81 Litros
Cantidad de asfalto = 26.79 Galones / m³
Cantidad de asfalto RC-250 = 35 Galones / m³

.. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.



MÉTODO EMPÍRICO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 05+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

Fórmula de MacKenson y Frickstad

$$P = (0.035 \times a) + (0.045 \times b) + Xc + F$$

Datos:

a = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 3/4" y es retenida en la # 8
b = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 8 y es retenida en la # 200
c = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 200

Xc = 0.18c, cuando 6 - 10% pasa Tamiz Nº 200
Xc = 0.15c, cuando 11 - 15% pasa Tamiz Nº 200
Xc = 0.20c, cuando < 5% pasa Tamiz Nº 200

F = Factor de corrección por absorción, el valor de F varía:
Muy poroso = 2.0%
Muy liso = 0.7%
Mediano = 1%

a = 53.00 %
b = 41.02 %
c = 5.98 %

Resolución :

$$P = (0.035 \times 53) + (0.045 \times 41.02) + (0.20 \times 5.98) + 1.00$$
$$P = 1.85 + 1.85 + 1.2 + 1.00$$

$$P = 5.90\%$$
$$P = 0.0590$$

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.

MÉTODO DE LAS ÁREAS SUPERFICIALES
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 05+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

Método California ó Áreas Superficiales

Se basa bajo el concepto de cada partícula que forma parte de los agregados de una mezcla asfáltica, esté recubierta por una película de asfalto de un espesor suficiente que permita una óptima adherencia.

$$P = \frac{2.65 \cdot \text{Área Superficial} \cdot \text{Índice Asfáltico} \cdot 100}{\text{Peso Específico del Agregado}}$$

Datos:

P = Porcentaje de asfalto en peso sobre el peso total de la mezcla.
Área Superficial, de la suma de todas las partículas, en pies cuadrados/libras de peso.
Índice Asfáltico, cantidad de asfalto de recubrimiento.

TAMICES	ABERTURA	PESO	%	%	%
ASTM	mm	RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	191.37	8.91	8.91	91.09
1/2"	12.700	239.14	11.13	20.04	79.96
3/8"	9.525	290.57	13.53	33.57	66.43
1/4"	6.350	142.50	6.63	40.20	59.80
Nº 04	4.760	116.05	5.40	45.60	54.40
Nº 08	2.380	158.85	7.39	53.00	47.00
Nº 10	2.000	63.22	2.94	55.94	44.06
Nº 16	1.190	113.12	5.27	61.21	38.79
Nº 20	0.840	97.16	4.52	65.73	34.27
Nº 30	0.590	112.30	5.23	70.96	29.04
Nº 40	0.420	128.46	5.98	76.94	23.06
Nº 50	0.300	144.52	6.73	83.66	16.34
Nº 60	0.250	63.41	2.95	86.62	13.38
Nº 80	0.180	44.97	2.09	88.71	11.29
Nº 100	0.149	27.40	1.28	89.98	10.02
Nº 200	0.074	86.59	4.03	94.02	5.98
BASE		128.56	5.98	100.00	0.00
TOTAL		2148.19	100.00		
% PERDIDA					

53 x 4 pie2/Lib = 211.99
17.96 x 15 pie2/Lib = 269.39
23.06 x 80 pie2/Lib = 1844.72
5.98 x 260 pie2/Lib = 1555.99
=====

Σ 3882.08

38.82

Resolución :

Peso Específico Estándar = 2.50
Área Superficial = 38.82
Índice Asfáltico = 0.00165

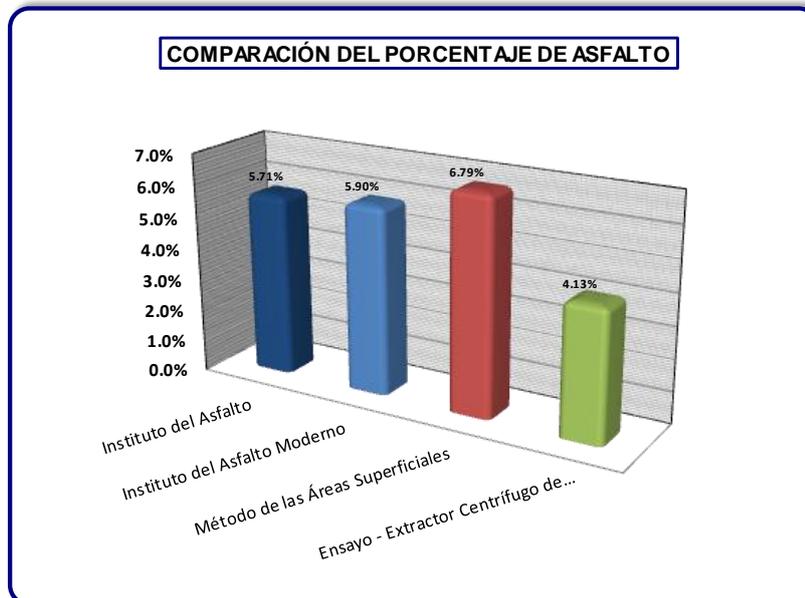
P = 0.068
P = 6.79%



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 05+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI



DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

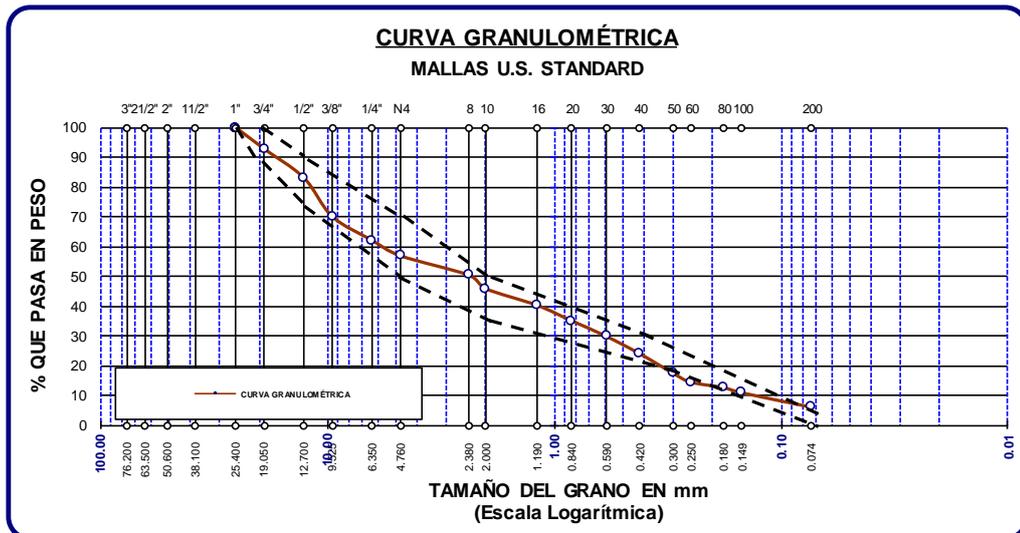
Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 503-2000 (AASHTO T 30 - ASTM D 546)

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 06+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAIÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso de la Muestra Antes del Lavado
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						2113.70
1 1/2"	38.100						
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	Peso de la Muestra Después del Lavado
3/4"	19.050	145.90	7.19	7.19	92.81		
1/2"	12.700	198.23	9.76	16.95	83.05	75 90	2030.50
3/8"	9.525	263.92	13.00	29.95	70.05		
1/4"	6.350	162.94	8.02	37.97	62.03	50 70	%del Asfalto
Nº 04	4.760	105.46	5.19	43.16	56.84		
Nº 08	2.380	132.01	6.50	49.67	50.33	35 50	4.10%
Nº 10	2.000	92.81	4.57	54.24	45.76		
Nº 16	1.190	112.89	5.56	59.80	40.20	20 30	Porcentaje de Grava: 43.16 Porcentaje de Arena: 56.84
Nº 20	0.840	104.99	5.17	64.97	35.03		
Nº 30	0.590	106.27	5.23	70.20	29.80		
Nº 40	0.420	118.98	5.86	76.06	23.94		
Nº 50	0.300	132.01	6.50	82.56	17.44		
Nº 60	0.250	61.89	3.05	85.61	14.39		
Nº 80	0.180	36.58	1.80	87.41	12.59		
Nº 100	0.149	35.92	1.77	89.18	10.82		
Nº 200	0.074	97.41	4.80	93.98	6.02	0 3	
BASE		122.29	6.02	100.00	0.00		
TOTAL		2030.50	100.00				
% PERDIDA							





UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

FÓRMULA EMPÍRICA DEL INSTITUTO DEL ASFALTO
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA
(AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"

PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA

MUESTRA : KM 06+000

FECHA : SETIEMBRE DEL 2013

SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

$$P = (4 \times R) + (7 \times S) + (12 \times F)$$

Datos :

R = Retenidos Tamices : 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N° 04, N° 08
S = Retenidos Tamices : N° 10, N° 16, N° 20, N° 30, N° 40, N° 50, N° 60, N° 80, N° 100, N° 200
F = Pasantes Tamis : N° 200

R = 49.67 %
S = 44.31 %
F = 6.02 %

Resolución :

$$P = (4 \times 0.497) + (7 \times 0.443) + (12 \times 0.06)$$
$$P = (1.988) + (3.101) + (0.72)$$

$$P = 5.81\%$$
$$P = 0.0581$$

Cantidad de asfalto necesario: 5.81% de peso sobre el peso total de la mezcla.

Peso de la mezcla asfáltica apro = 2000 Kg. / m³
Densidad del asfalto = 1.10
Equivalencia 1 galón = 3.875 Litros
Cantidad de asfalto en Kg. = 116.22 Kg. / m³
Cantidad de asfalto en Litros = 105.66 Litros
Cantidad de asfalto = 27.27 Galones / m³
Cantidad de asfalto RC-250 = 35 Galones / m³

.. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

MÉTODO EMPÍRICO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 06+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

Fórmula de MacKenson y Frickstad

$$P = (0.035 \times a) + (0.045 \times b) + Xc + F$$

Datos:

a = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 3/4" y es retenida en la # 8
b = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 8 y es retenida en la # 200
c = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 200

Xc = 0.18c, cuando 6 - 10% pasa Tamiz Nº 200
Xc = 0.15c, cuando 11 - 15% pasa Tamiz Nº 200
Xc = 0.20c, cuando < 5% pasa Tamiz Nº 200

F = Factor de corrección por absorción, el valor de F varía:
Muy poroso = 2.0%
Muy liso = 0.7%
Mediano = 1%

a = 49.67 %
b = 44.31 %
c = 6.02 %

Resolución :

$$P = (0.035 \times 49.67) + (0.045 \times 44.31) + (0.20 \times 6.02) + 1.00$$
$$P = 1.74 + 1.99 + 1.2 + 1.00$$

$$P = 5.94\%$$
$$P = 0.0594$$

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.

MÉTODO DE LAS ÁREAS SUPERFICIALES
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 06+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

Método California ó Áreas Superficiales

Se basa bajo el concepto de cada partícula que forma parte de los agregados de una mezcla asfáltica, esté recubierta por una película de asfalto de un espesor suficiente que permita una óptima adherencia.

$$P = \frac{2.65 \cdot \text{Área Superficial} \cdot \text{Índice Asfáltico} \cdot 100}{\text{Peso Específico del Agregado}}$$

Datos:

P = Porcentaje de asfalto en peso sobre el peso total de la mezcla.
Área Superficial, de la suma de todas las partículas, en pies cuadrados/libras de peso.
Índice Asfáltico, cantidad de asfalto de recubrimiento.

TAMICES	ABERTURA	PESO	%	%	%
ASTM	mm	RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	145.90	7.19	7.19	92.81
1/2"	12.700	198.23	9.76	16.95	83.05
3/8"	9.525	263.92	13.00	29.95	70.05
1/4"	6.350	162.94	8.02	37.97	62.03
Nº 04	4.760	105.46	5.19	43.16	56.84
Nº 08	2.380	132.01	6.50	49.67	50.33
Nº 10	2.000	92.81	4.57	54.24	45.76
Nº 16	1.190	112.89	5.56	59.80	40.20
Nº 20	0.840	104.99	5.17	64.97	35.03
Nº 30	0.590	106.27	5.23	70.20	29.80
Nº 40	0.420	118.98	5.86	76.06	23.94
Nº 50	0.300	132.01	6.50	82.56	17.44
Nº 60	0.250	61.89	3.05	85.61	14.39
Nº 80	0.180	36.58	1.80	87.41	12.59
Nº 100	0.149	35.92	1.77	89.18	10.82
Nº 200	0.074	97.41	4.80	93.98	6.02
BASE		122.29	6.02	100.00	0.00
TOTAL		2030.50	100.00		
% PERDIDA					

$$49.67 \times 4 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 198.66$$

$$20.53 \times 15 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 308.02$$

$$23.78 \times 80 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 1902.15$$

$$6.02 \times 260 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 1565.89$$

$$\Sigma \quad \underline{\underline{3974.73}}$$

$$39.75$$

Resolución :

Peso Específico Estándar = 2.50
Área Superficial = 39.75
Índice Asfáltico = 0.00165

$$P = 0.070$$

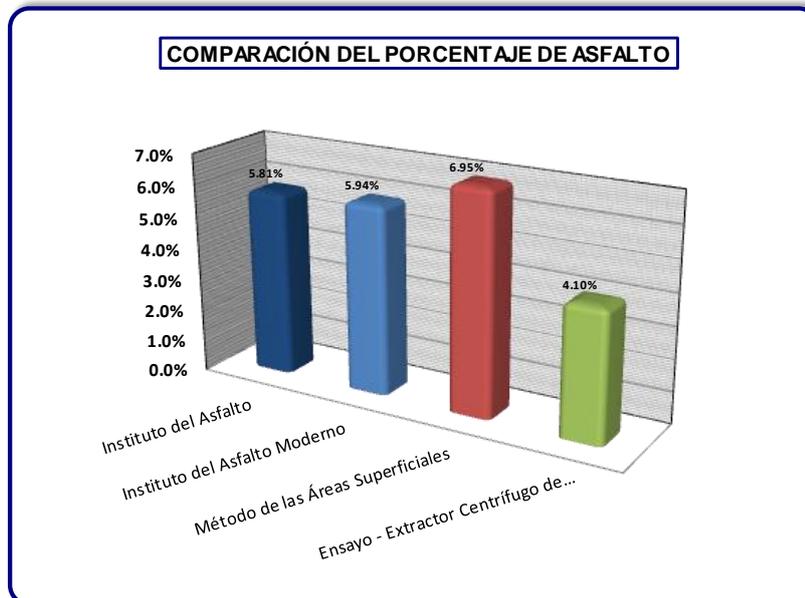
$$P = 6.95\%$$



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 06+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI



DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 503-2000 (AASHTO T 30 - ASTM D 546)

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA
(AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"

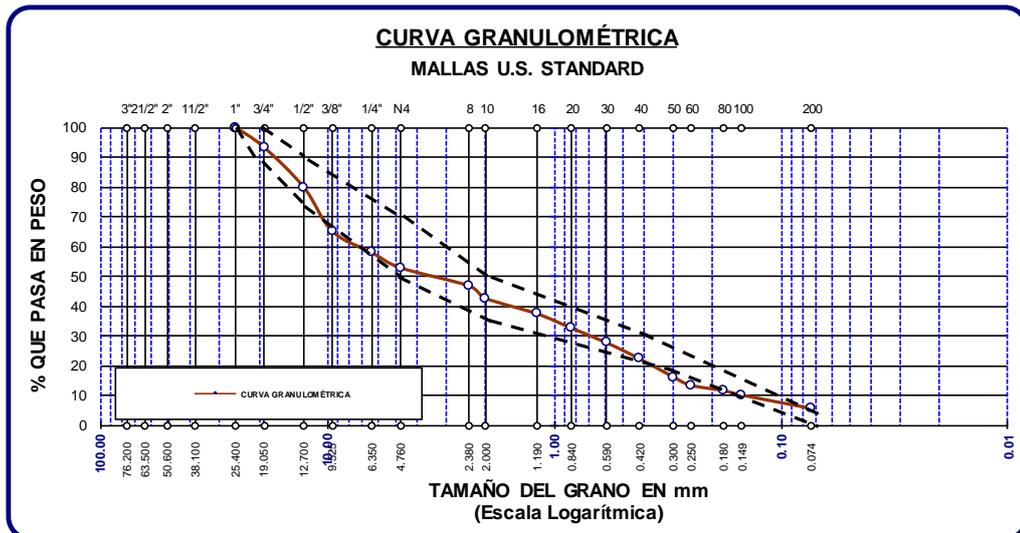
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA

MUESTRA : KM 07+000

FECHA : SETIEMBRE DEL 2013

SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso de la Muestra Antes del Lavado
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						2129.60
1 1/2"	38.100						
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	Peso de la Muestra Después del Lavado
3/4"	19.050	136.60	6.68	6.68	93.32		
1/2"	12.700	275.50	13.46	20.14	79.86	75 90	2046.10
3/8"	9.525	302.20	14.77	34.91	65.09		
1/4"	6.350	148.10	7.24	42.15	57.85	50 70	%del Asfalto
Nº 04	4.760	103.20	5.04	47.19	52.81		
Nº 08	2.380	123.60	6.04	53.23	46.77	35 50	4.08%
Nº 10	2.000	86.90	4.25	57.48	42.52		
Nº 16	1.190	105.70	5.17	62.65	37.35	20 30	Porcentaje de Grava: 47.19 Porcentaje de Arena: 52.81
Nº 20	0.840	98.30	4.80	67.45	32.55		
Nº 30	0.590	99.50	4.86	72.31	27.69		
Nº 40	0.420	111.40	5.44	77.76	22.24		
Nº 50	0.300	123.60	6.04	83.80	16.20		
Nº 60	0.250	58.20	2.84	86.64	13.36		
Nº 80	0.180	36.50	1.78	88.43	11.57		
Nº 100	0.149	31.10	1.52	89.95	10.05		
Nº 200	0.074	91.20	4.46	94.40	5.60	0 3	
BASE		114.50	5.60	100.00	0.00		
TOTAL		2046.10	100.00				
% PERDIDA							





UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

FÓRMULA EMPÍRICA DEL INSTITUTO DEL ASFALTO
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA
(AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 07+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

$$P = (4 \times R) + (7 \times S) + (12 \times F)$$

Datos :

R = Retenidos Tamices : 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N° 04, N° 08
S = Retenidos Tamices : N° 10, N° 16, N° 20, N° 30, N° 40, N° 50, N° 60, N° 80, N° 100, N° 200
F = Pasantes Tamis : N° 200

R = 53.23 %
S = 41.17 %
F = 5.60 %

Resolución :

$$P = (4 \times 0.532) + (7 \times 0.412) + (12 \times 0.056)$$
$$P = (2.128) + (2.884) + (0.672)$$

$$P = 5.68\%$$
$$P = 0.0568$$

Cantidad de asfalto necesario: 5.68% de peso sobre el peso total de la mezcla.

Peso de la mezcla asfáltica apro = 2000 Kg. / m³
Densidad del asfalto = 1.10
Equivalencia 1 galón = 3.875 Litros
Cantidad de asfalto en Kg. = 113.66 Kg. / m³
Cantidad de asfalto en Litros = 103.32 Litros
Cantidad de asfalto = 26.66 Galones / m³
Cantidad de asfalto RC-250 = 35 Galones / m³

.. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

MÉTODO EMPÍRICO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 07+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

Fórmula de MacKenson y Frickstad

$$P = (0.035 \times a) + (0.045 \times b) + Xc + F$$

Datos:

a = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 3/4" y es retenida en la # 8
b = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 8 y es retenida en la # 200
c = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 200

Xc = 0.18c, cuando 6 - 10% pasa Tamiz Nº 200
Xc = 0.15c, cuando 11 - 15% pasa Tamiz Nº 200
Xc = 0.20c, cuando < 5% pasa Tamiz Nº 200

F = Factor de corrección por absorción, el valor de F varía:
Muy poroso = 2.0%
Muy liso = 0.7%
Mediano = 1%

a = 53.23 %
b = 41.17 %
c = 5.60 %

Resolución :

$$P = (0.035 \times 53.23) + (0.045 \times 41.17) + (0.20 \times 5.6) + 1.00$$
$$P = 1.86 + 1.85 + 1.12 + 1.00$$

$$P = 5.84\%$$
$$P = 0.0584$$

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.



MÉTODO DE LAS ÁREAS SUPERFICIALES
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 07+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

Método California ó Áreas Superficiales

Se basa bajo el concepto de cada partícula que forma parte de los agregados de una mezcla asfáltica, esté recubierta por una película de asfalto de un espesor suficiente que permita una óptima adherencia.

$$P = \frac{2.65 \cdot \text{Área Superficial} \cdot \text{Índice Asfáltico} \cdot 100}{\text{Peso Específico del Agregado}}$$

Datos:

P = Porcentaje de asfalto en peso sobre el peso total de la mezcla.
Área Superficial, de la suma de todas las partículas, en pies cuadrados/libras de peso.
Índice Asfáltico, cantidad de asfalto de recubrimiento.

TAMICES	ABERTURA	PESO	%	%	%
ASTM	mm	RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	136.60	6.68	6.68	93.32
1/2"	12.700	275.50	13.46	20.14	79.86
3/8"	9.525	302.20	14.77	34.91	65.09
1/4"	6.350	148.10	7.24	42.15	57.85
Nº 04	4.760	103.20	5.04	47.19	52.81
Nº 08	2.380	123.60	6.04	53.23	46.77
Nº 10	2.000	86.90	4.25	57.48	42.52
Nº 16	1.190	105.70	5.17	62.65	37.35
Nº 20	0.840	98.30	4.80	67.45	32.55
Nº 30	0.590	99.50	4.86	72.31	27.69
Nº 40	0.420	111.40	5.44	77.76	22.24
Nº 50	0.300	123.60	6.04	83.80	16.20
Nº 60	0.250	58.20	2.84	86.64	13.36
Nº 80	0.180	36.50	1.78	88.43	11.57
Nº 100	0.149	31.10	1.52	89.95	10.05
Nº 200	0.074	91.20	4.46	94.40	5.60
BASE		114.50	5.60	100.00	0.00
TOTAL		2046.10	100.00		
% PERDIDA					

53.23 x 4 pie²/Lib = 212.93
19.08 x 15 pie²/Lib = 286.2
22.09 x 80 pie²/Lib = 1767.26
5.6 x 260 pie²/Lib = 1454.96
=====
Σ 3721.36

37.21

Resolución :

Peso Específico Estándar = 2.50
Área Superficial = 37.21
Índice Asfáltico = 0.00165

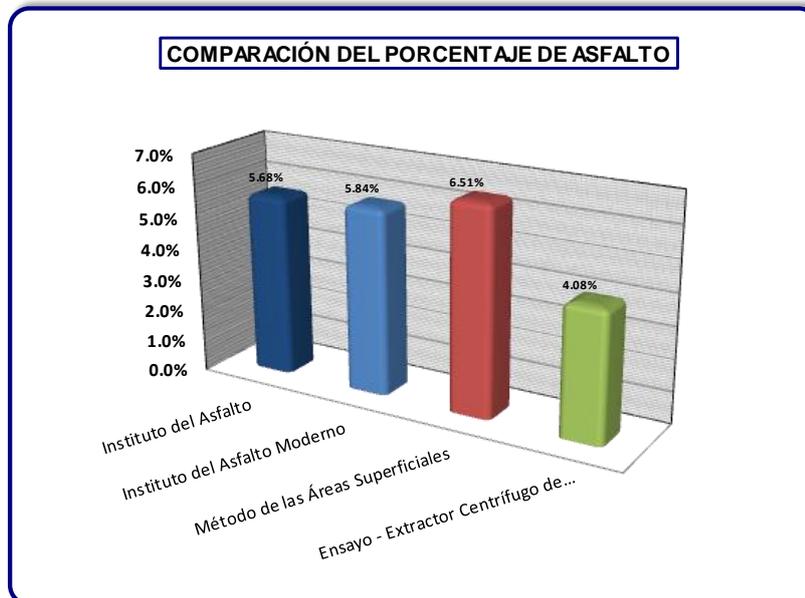
P = 0.065
P = 6.51%



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 07+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI



DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 503-2000 (AASHTO T 30 - ASTM D 546)

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA
(AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"

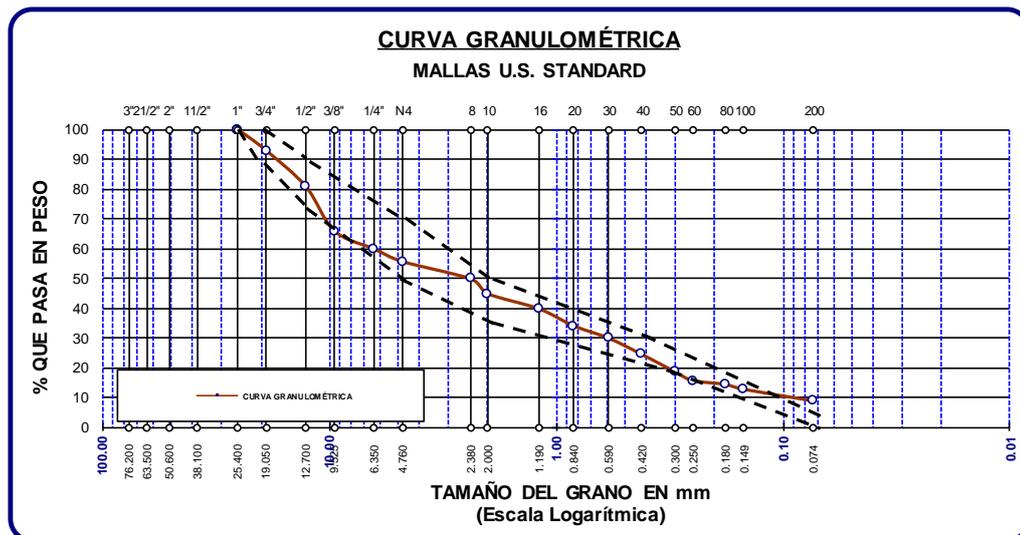
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA

MUESTRA : KM 08+000

FECHA : SETIEMBRE DEL 2013

SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAIÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso de la Muestra Antes del Lavado
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						2312.70
1 1/2"	38.100						
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	Peso de la Muestra Después del Lavado
3/4"	19.050	156.20	7.04	7.04	92.96		
1/2"	12.700	269.90	12.17	19.21	80.79	75 90	2217.90
3/8"	9.525	329.60	14.86	34.07	65.93		
1/4"	6.350	135.60	6.11	40.19	59.81		%del Asfalto
Nº 04	4.760	94.00	4.24	44.42	55.58	50 70	
Nº 08	2.380	129.60	5.84	50.27	49.73		4.27%
Nº 10	2.000	110.20	4.97	55.24	44.76	35 50	
Nº 16	1.190	112.50	5.07	60.31	39.69		Porcentaje de Grava: 44.42
Nº 20	0.840	126.10	5.69	65.99	34.01	20 30	
Nº 30	0.590	91.20	4.11	70.11	29.89		Porcentaje de Arena: 55.58
Nº 40	0.420	121.40	5.47	75.58	24.42		
Nº 50	0.300	129.60	5.84	81.42	18.58		
Nº 60	0.250	65.80	2.97	84.39	15.61		
Nº 80	0.180	28.50	1.28	85.68	14.32		
Nº 100	0.149	36.90	1.66	87.34	12.66		
Nº 200	0.074	85.20	3.84	91.18	8.82	0 3	
BASE		195.60	8.82	100.00	0.00		
TOTAL		2217.90	100.00				
% PERDIDA							





**FÓRMULA EMPÍRICA DEL INSTITUTO DEL ASFALTO
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO**

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA
(AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"

PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA

MUESTRA : KM 08+000

FECHA : SETIEMBRE DEL 2013

SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

$$P = (4 \times R) + (7 \times S) + (12 \times F)$$

Datos :

R = Retenidos Tamices : 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N° 04, N° 08
S = Retenidos Tamices : N° 10, N° 16, N° 20, N° 30, N° 40, N° 50, N° 60, N° 80, N° 100, N° 200
F = Pasantes Tamis : N° 200

R = 50.27 %
S = 40.91 %
F = 8.82 %

Resolución :

$$P = (4 \times 0.503) + (7 \times 0.409) + (12 \times 0.088)$$

$$P = (2.012) + (2.863) + (1.056)$$

$$P = 5.93\%$$

$$P = 0.0593$$

Cantidad de asfalto necesario: 5.93% de peso sobre el peso total de la mezcla.

Peso de la mezcla asfáltica apro = 2000 Kg. / m³
Densidad del asfalto = 1.10
Equivalencia 1 galón = 3.875 Litros
Cantidad de asfalto en Kg. = 118.66 Kg. / m³
Cantidad de asfalto en Litros = 107.87 Litros
Cantidad de asfalto = 27.84 Galones / m³
Cantidad de asfalto RC-250 = 36 Galones / m³

.. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

MÉTODO EMPÍRICO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 08+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

Fórmula de MacKenson y Frickstad

$$P = (0.035 \times a) + (0.045 \times b) + Xc + F$$

Datos:

a = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 3/4" y es retenida en la # 8
b = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 8 y es retenida en la # 200
c = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 200

Xc = 0.18c, cuando 6 - 10% pasa Tamiz Nº 200
Xc = 0.15c, cuando 11 - 15% pasa Tamiz Nº 200
Xc = 0.20c, cuando < 5% pasa Tamiz Nº 200

F = Factor de corrección por absorción, el valor de F varía:
Muy poroso = 2.0%
Muy liso = 0.7%
Mediano = 1%

a = 50.27 %
b = 40.91 %
c = 8.82 %

Resolución :

$$P = (0.035 \times 50.27) + (0.045 \times 40.91) + (0.20 \times 8.82) + 1.00$$
$$P = 1.76 + 1.84 + 1.76 + 1.00$$

$$P = 6.36\%$$
$$P = 0.0636$$

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.

MÉTODO DE LAS ÁREAS SUPERFICIALES
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 08+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

Método California ó Áreas Superficiales

Se basa bajo el concepto de cada partícula que forma parte de los agregados de una mezcla asfáltica, esté recubierta por una película de asfalto de un espesor suficiente que permita una óptima adherencia.

$$P = \frac{2.65 \cdot \text{Área Superficial} \cdot \text{Índice Asfáltico} \cdot 100}{\text{Peso Específico del Agregado}}$$

Datos:

P = Porcentaje de asfalto en peso sobre el peso total de la mezcla.
Área Superficial, de la suma de todas las partículas, en pies cuadrados/libras de peso.
Índice Asfáltico, cantidad de asfalto de recubrimiento.

TAMICES	ABERTURA	PESO	%	%	%
ASTM	mm	RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	156.20	7.04	7.04	92.96
1/2"	12.700	269.90	12.17	19.21	80.79
3/8"	9.525	329.60	14.86	34.07	65.93
1/4"	6.350	135.60	6.11	40.19	59.81
Nº 04	4.760	94.00	4.24	44.42	55.58
Nº 08	2.380	129.60	5.84	50.27	49.73
Nº 10	2.000	110.20	4.97	55.24	44.76
Nº 16	1.190	112.50	5.07	60.31	39.69
Nº 20	0.840	126.10	5.69	65.99	34.01
Nº 30	0.590	91.20	4.11	70.11	29.89
Nº 40	0.420	121.40	5.47	75.58	24.42
Nº 50	0.300	129.60	5.84	81.42	18.58
Nº 60	0.250	65.80	2.97	84.39	15.61
Nº 80	0.180	28.50	1.28	85.68	14.32
Nº 100	0.149	36.90	1.66	87.34	12.66
Nº 200	0.074	85.20	3.84	91.18	8.82
BASE		195.60	8.82	100.00	0.00
TOTAL		2217.90	100.00		
% PERDIDA					

$$50.27 \times 4 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 201.07$$

$$19.84 \times 15 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 297.58$$

$$21.07 \times 80 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 1685.92$$

$$8.82 \times 260 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 2292.98$$

$$\Sigma \quad \underline{\underline{4477.55}}$$

$$44.78$$

Resolución :

Peso Específico Estándar = 2.50
Área Superficial = 44.78
Índice Asfáltico = 0.00165

$$P = 0.078$$

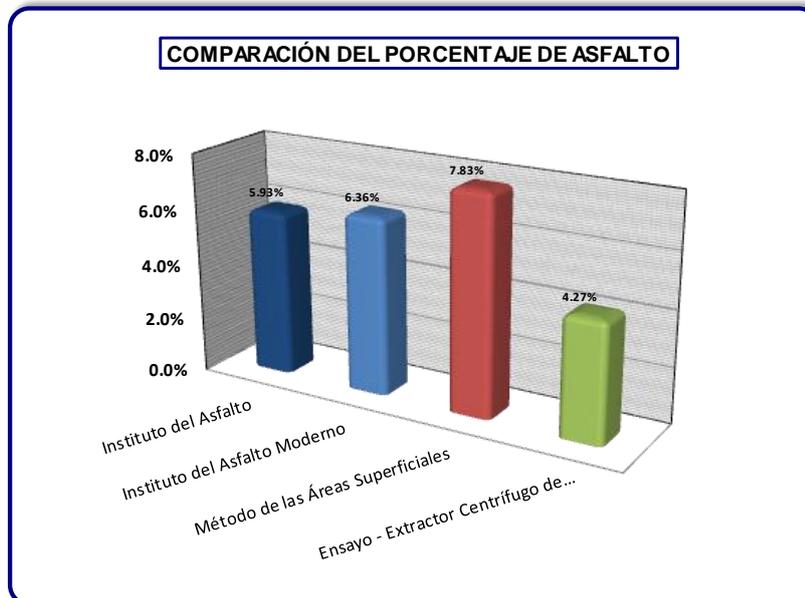
$$P = 7.83\%$$



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 08+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI



DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.

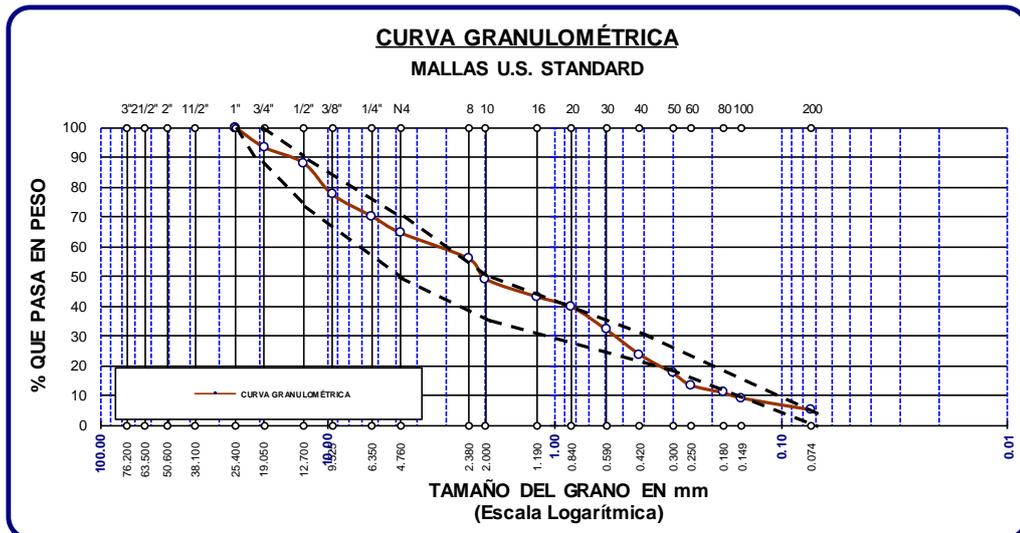


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 503-2000 (AASHTO T 30 - ASTM D 546)

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 09+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso de la Muestra Antes del Lavado
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						2580.00
1 1/2"	38.100						
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	Peso de la Muestra Después del Lavado
3/4"	19.050	165.10	6.69	6.69	93.31		
1/2"	12.700	132.30	5.36	12.04	87.96	75 90	2469.70
3/8"	9.525	258.20	10.45	22.50	77.50		
1/4"	6.350	184.10	7.45	29.95	70.05	50 70	%del Asfalto
Nº 04	4.760	135.50	5.49	35.44	64.56		
Nº 08	2.380	215.20	8.71	44.15	55.85	35 50	4.47%
Nº 10	2.000	169.60	6.87	51.02	48.98		
Nº 16	1.190	146.30	5.92	56.94	43.06	20 30	Porcentaje de Grava: 35.44 Porcentaje de Arena: 64.56
Nº 20	0.840	82.50	3.34	60.28	39.72		
Nº 30	0.590	189.60	7.68	67.96	32.04		
Nº 40	0.420	206.90	8.38	76.34	23.66		
Nº 50	0.300	154.80	6.27	82.61	17.39		
Nº 60	0.250	99.30	4.02	86.63	13.37		
Nº 80	0.180	62.90	2.55	89.17	10.83		
Nº 100	0.149	44.70	1.81	90.98	9.02		
Nº 200	0.074	96.30	3.90	94.88	5.12	0 3	
BASE		126.40	5.12	100.00	0.00		
TOTAL		2469.70	100.00				
% PERDIDA							





**FÓRMULA EMPÍRICA DEL INSTITUTO DEL ASFALTO
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO**

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA
(AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 09+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

$$P = (4 \times R) + (7 \times S) + (12 \times F)$$

Datos :

R = Retenidos Tamices : 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N° 04, N° 08
S = Retenidos Tamices : N° 10, N° 16, N° 20, N° 30, N° 40, N° 50, N° 60, N° 80, N° 100, N° 200
F = Pasantes Tamis : N° 200

R = 44.15 %
S = 50.73 %
F = 5.12 %

Resolución :

$$P = (4 \times 0.442) + (7 \times 0.507) + (12 \times 0.051)$$

$$P = (1.768) + (3.549) + (0.612)$$

$$P = 5.93\%$$

$$P = 0.0593$$

Cantidad de asfalto necesario: 5.93% de peso sobre el peso total de la mezcla.

Peso de la mezcla asfáltica apro = 2000 Kg. / m³
Densidad del asfalto = 1.10
Equivalencia 1 galón = 3.875 Litros
Cantidad de asfalto en Kg. = 118.63 Kg. / m³
Cantidad de asfalto en Litros = 107.84 Litros
Cantidad de asfalto = 27.83 Galones / m³
Cantidad de asfalto RC-250 = 36 Galones / m³

.. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.



MÉTODO EMPÍRICO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 09+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

Fórmula de MacKenson y Frickstad

$$P = (0.035 \times a) + (0.045 \times b) + Xc + F$$

Datos:

a = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 3/4" y es retenida en la # 8
b = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 8 y es retenida en la # 200
c = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 200

Xc = 0.18c, cuando 6 - 10% pasa Tamiz Nº 200
Xc = 0.15c, cuando 11 - 15% pasa Tamiz Nº 200
Xc = 0.20c, cuando < 5% pasa Tamiz Nº 200

F = Factor de corrección por absorción, el valor de F varía:
Muy poroso = 2.0%
Muy liso = 0.7%
Mediano = 1%

a = 44.15 %
b = 50.73 %
c = 5.12 %

Resolución :

$$P = (0.035 \times 44.15) + (0.045 \times 50.73) + (0.20 \times 5.12) + 1.00$$
$$P = 1.55 + 2.28 + 1.02 + 1.00$$

$$P = 5.85\%$$
$$P = 0.0585$$

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.

MÉTODO DE LAS ÁREAS SUPERFICIALES
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 09+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

Método California ó Áreas Superficiales

Se basa bajo el concepto de cada partícula que forma parte de los agregados de una mezcla asfáltica, esté recubierta por una película de asfalto de un espesor suficiente que permita una óptima adherencia.

$$P = \frac{2.65 \cdot \text{Área Superficial} \cdot \text{Índice Asfáltico} \cdot 100}{\text{Peso Específico del Agregado}}$$

Datos:

P = Porcentaje de asfalto en peso sobre el peso total de la mezcla.
Área Superficial, de la suma de todas las partículas, en pies cuadrados/libras de peso.
Índice Asfáltico, cantidad de asfalto de recubrimiento.

TAMICES	ABERTURA	PESO	%	%	%
ASTM	mm	RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	165.10	6.69	6.69	93.31
1/2"	12.700	132.30	5.36	12.04	87.96
3/8"	9.525	258.20	10.45	22.50	77.50
1/4"	6.350	184.10	7.45	29.95	70.05
Nº 04	4.760	135.50	5.49	35.44	64.56
Nº 08	2.380	215.20	8.71	44.15	55.85
Nº 10	2.000	169.60	6.87	51.02	48.98
Nº 16	1.190	146.30	5.92	56.94	43.06
Nº 20	0.840	82.50	3.34	60.28	39.72
Nº 30	0.590	189.60	7.68	67.96	32.04
Nº 40	0.420	206.90	8.38	76.34	23.66
Nº 50	0.300	154.80	6.27	82.61	17.39
Nº 60	0.250	99.30	4.02	86.63	13.37
Nº 80	0.180	62.90	2.55	89.17	10.83
Nº 100	0.149	44.70	1.81	90.98	9.02
Nº 200	0.074	96.30	3.90	94.88	5.12
BASE		126.40	5.12	100.00	0.00
TOTAL		2469.70	100.00		
% PERDIDA					

$$44.15 \times 4 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 176.6$$

$$23.81 \times 15 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 357.13$$

$$26.92 \times 80 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 2153.78$$

$$5.12 \times 260 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 1330.69$$

$$\Sigma \quad \mathbf{4018.20}$$

$$\mathbf{40.18}$$

Resolución :

Peso Específico Estándar = 2.50
Área Superficial = 40.18
Índice Asfáltico = 0.00165

$$P = 0.070$$

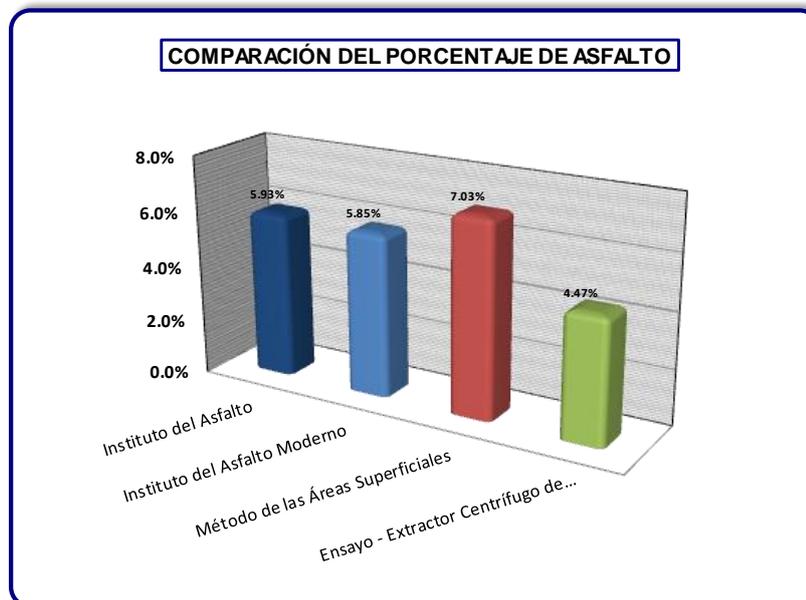
$$P = 7.03\%$$



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 09+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI



DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
MTC E 503-2000 (AASHTO T 30 - ASTM D 546)

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA
(AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"

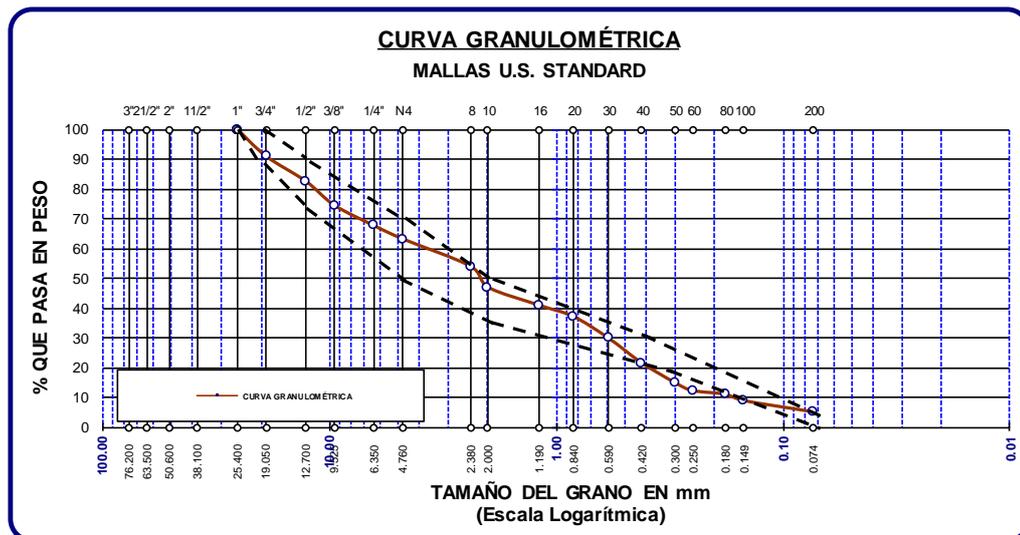
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA

MUESTRA : KM 10+000

FECHA : SETIEMBRE DEL 2013

SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso de la Muestra Antes del Lavado
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						2536.20
1 1/2"	38.100						
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	Peso de la Muestra Después del Lavado
3/4"	19.050	218.80	8.99	8.99	91.01		
1/2"	12.700	205.30	8.43	17.42	82.58	75 90	2434.20
3/8"	9.525	195.60	8.04	25.46	74.54		
1/4"	6.350	168.20	6.91	32.37	67.63		%del Asfalto
Nº 04	4.760	107.40	4.41	36.78	63.22	50 70	
Nº 08	2.380	225.80	9.28	46.06	53.94		4.19%
Nº 10	2.000	169.60	6.97	53.02	46.98	35 50	
Nº 16	1.190	147.20	6.05	59.07	40.93		Porcentaje de Grava: 36.78
Nº 20	0.840	92.60	3.80	62.87	37.13		
Nº 30	0.590	175.20	7.20	70.07	29.93		Porcentaje de Arena: 63.22
Nº 40	0.420	203.60	8.36	78.44	21.56	20 30	
Nº 50	0.300	161.20	6.62	85.06	14.94		
Nº 60	0.250	65.40	2.69	87.75	12.25		
Nº 80	0.180	29.50	1.21	88.96	11.04		
Nº 100	0.149	52.60	2.16	91.12	8.88		
Nº 200	0.074	91.20	3.75	94.86	5.14	0 3	
BASE		125.00	5.14	100.00	0.00		
TOTAL		2434.20	100.00				
% PERDIDA							





UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

FÓRMULA EMPÍRICA DEL INSTITUTO DEL ASFALTO
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA
(AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 10+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

$$P = (4 \times R) + (7 \times S) + (12 \times F)$$

Datos :

R = Retenidos Tamices : 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4", N° 04, N° 08
S = Retenidos Tamices : N° 10, N° 16, N° 20, N° 30, N° 40, N° 50, N° 60, N° 80, N° 100, N° 200
F = Pasantes Tamis : N° 200

R = 46.06 %
S = 48.81 %
F = 5.14 %

Resolución :

$$P = (4 \times 0.461) + (7 \times 0.488) + (12 \times 0.051)$$
$$P = (1.844) + (3.416) + (0.612)$$

P = 5.88%
P = 0.0588

Cantidad de asfalto necesario: 5.88% de peso sobre el peso total de la mezcla.

Peso de la mezcla asfáltica apro = 2000 Kg. / m³
Densidad del asfalto = 1.10
Equivalencia 1 galón = 3.875 Litros
Cantidad de asfalto en Kg. = 117.50 Kg. / m³
Cantidad de asfalto en Litros = 106.82 Litros
Cantidad de asfalto = 27.57 Galones / m³
Cantidad de asfalto RC-250 = 36 Galones / m³

.. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

MÉTODO EMPÍRICO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 10+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

Fórmula de MacKenson y Frickstad

$$P = (0.035 \times a) + (0.045 \times b) + Xc + F$$

Datos:

a = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 3/4" y es retenida en la # 8
b = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 8 y es retenida en la # 200
c = Es el porcentaje del agregado que pasa la # 200

Xc = 0.18c, cuando 6 - 10% pasa Tamiz Nº 200
Xc = 0.15c, cuando 11 - 15% pasa Tamiz Nº 200
Xc = 0.20c, cuando < 5% pasa Tamiz Nº 200

F = Factor de corrección por absorción, el valor de F varía:
Muy poroso = 2.0%
Muy liso = 0.7%
Mediano = 1%

a = 46.06 %
b = 48.81 %
c = 5.14 %

Resolución :

$$P = (0.035 \times 46.06) + (0.045 \times 48.81) + (0.20 \times 5.14) + 1.00$$
$$P = 1.61 + 2.2 + 1.03 + 1.00$$

$$P = 5.84\%$$
$$P = 0.0584$$

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.

MÉTODO DE LAS ÁREAS SUPERFICIALES
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"
PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA
MUESTRA : KM 10+000
FECHA : SETIEMBRE DEL 2013
SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI

Método California ó Áreas Superficiales

Se basa bajo el concepto de cada partícula que forma parte de los agregados de una mezcla asfáltica, esté recubierta por una película de asfalto de un espesor suficiente que permita una óptima adherencia.

$$P = \frac{2.65 \cdot \text{Área Superficial} \cdot \text{Índice Asfáltico} \cdot 100}{\text{Peso Específico del Agregado}}$$

Datos:

P = Porcentaje de asfalto en peso sobre el peso total de la mezcla.
Área Superficial, de la suma de todas las partículas, en pies cuadrados/libras de peso.
Índice Asfáltico, cantidad de asfalto de recubrimiento.

TAMICES	ABERTURA	PESO	%	%	%
ASTM	mm	RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	218.80	8.99	8.99	91.01
1/2"	12.700	205.30	8.43	17.42	82.58
3/8"	9.525	195.60	8.04	25.46	74.54
1/4"	6.350	168.20	6.91	32.37	67.63
Nº 04	4.760	107.40	4.41	36.78	63.22
Nº 08	2.380	225.80	9.28	46.06	53.94
Nº 10	2.000	169.60	6.97	53.02	46.98
Nº 16	1.190	147.20	6.05	59.07	40.93
Nº 20	0.840	92.60	3.80	62.87	37.13
Nº 30	0.590	175.20	7.20	70.07	29.93
Nº 40	0.420	203.60	8.36	78.44	21.56
Nº 50	0.300	161.20	6.62	85.06	14.94
Nº 60	0.250	65.40	2.69	87.75	12.25
Nº 80	0.180	29.50	1.21	88.96	11.04
Nº 100	0.149	52.60	2.16	91.12	8.88
Nº 200	0.074	91.20	3.75	94.86	5.14
BASE		125.00	5.14	100.00	0.00
TOTAL		2434.20	100.00		
% PERDIDA					

$$46.06 \times 4 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 184.22$$

$$24.02 \times 15 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 360.24$$

$$24.79 \times 80 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 1983.4$$

$$5.14 \times 260 \text{ pie}^2/\text{Lib} = 1335.14$$

$$\Sigma \quad \mathbf{3863.01}$$

$$\mathbf{38.63}$$

Resolución :

Peso Específico Estándar = 2.50
Área Superficial = 38.63
Índice Asfáltico = 0.00165

$$P = 0.068$$

$$P = 6.76\%$$



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO

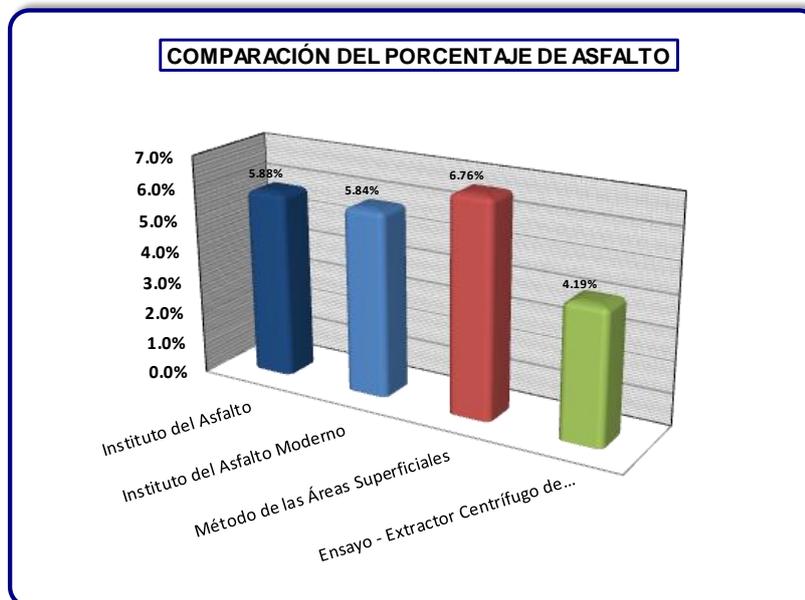
TESIS : "EVALUACION DEL DISEÑO DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES)-POCOLLAY – CALANA"

PROCEDENCIA : CARPETA ASFÁLTICA

MUESTRA : KM 10+000

FECHA : SETIEMBRE DEL 2013

SOLICITANTE : BACH. ING. JUSTO JUAN JUAREZ CHAÑA
BACH. ING. RAY MARCELO LLANOS MAMANI



DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ASFALTO:

Para determinación del ligante se calcula por fórmulas empíricas o procedimientos de laboratorio, el mismo que se expresa por porcentaje en peso en relación al peso total del agregado.



ANEXOS



PANEL FOTOGRAFICO



**RECONOCIMIENTO DE LA
CARRETERA (Av. Los Angeles)-
POCOLLAY - CALANA TRAMO
(KM 00+000 AL KM 10+000)**



FOTO N° 01: Av. Los Angeles Pocollay-Calana tramo KM 00+000 - 02+000



FOTO N° 02: Av. Los Angeles Pocollay-Calana tramo KM 02+000 - 03+000



FOTO N° 03: Av. Los Angeles Pocollay-Calana tramo KM 03+000 - 04+000



FOTO N° 04: Av. Los Angeles Pocollay-Calana tramo KM 05+000 - 06+000



FOTO N° 05: Av. Los Angeles Pocollay-Calana tramo KM 07+000 - 08+000



FOTO N° 06: Av. Los Angeles Pocollay-Calana tramo KM 08+000 - 10+000



**FALLAS EN EL PAVIMENTO DE LA
CARRETERA Av. LOS ANGELES
POCOLLAY-CALANA TRAMO
(KM 00+000 AL KM 10+000)**



FOTO N° 01: Falla tipo parche presente entre las progresivas 00+400 hasta 05+000



FOTO N° 02: Falla tipo parche presente entre las progresivas 00+400 hasta 05+000



FOTO N° 03: Falla tipo hundimiento presente en la progresiva 00+800



FOTO N° 04: Falla tipo disgregación presente entre las progresivas 00+400 hasta 05+400



FOTO N° 05: Falla tipo disgregación presente entre las progresivas 05+500 hasta 10+000

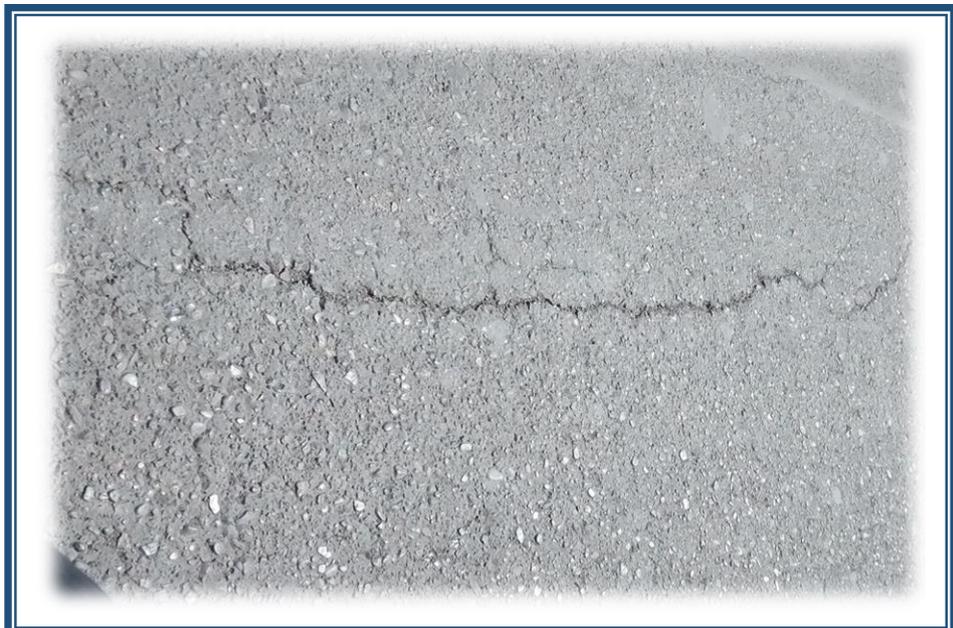


FOTO N° 05: Falla tipo agrietamiento y figuraciones presente entre las progresivas 00+000 hasta 01+000



**EXTRACCION DE MUESTRAS EN EL
PAVIMENTO DE LA CARRETERA Av.
LOS ANGELES POCOLLAY-CALANA
TRAMO
(KM 00+000 AL KM 10+000)**



FOTO N° 01: Extracción de muestras en los diferentes tramos



FOTO N° 02: Extracción de muestras en los diferentes tramos



**ENSAYOS REALIZADOS EN
LABORATORIO DE LAS MUESTRAS
DE LA CARRETERA Av. LOS
ANGELES POCOLLAY-CALANA
TRAMO
(KM 00+000 AL KM 10+000)**



FOTO N° 01: Pesado de las muestras en la balanza electronica



FOTO N° 02: Se continúa con el secado y desintegración



FOTO N° 03: Se realiza el cuarteo de la muestra para el ensayo



FOTO N° 04: La muestra seca se coloca en la centrifuga y se le agrega el disolvente



FOTO N° 05: Se coloca el filtro papel en el extractor centrífugo



FOTO N° 06: Se coloca el plato metálico y se procede a asegurar la tapa exterior



FOTO N° 07: Luego se procede a encender el equipo para comience a desfogar por la tubería exterior del equipo



FOTO N° 08: Se le va agregando más liquido disolvente según sea el caso



FOTO N° 09: Se le agrega el disolvente hasta que la muestra quede sin la presencia de asfalto



FOTO N° 10: La muestra tiene que quedar totalmente exento de asfalto o bitumen y habiéndose recogido el material adherido en el papel filtro



FOTO N° 11: Todos los equipos se deberán de pesar



FOTO N° 12: Luego se procede a secar la muestra ya lavada y pesada



FOTO N° 13: Con la ayuda de un vidrio se verifica la presencia de humedad



FOTO N° 14: Con las muestras totalmente secas se procede a tamizarlas para finalmente pesarlas



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS EXTRACTOR CENTRÍFUGO DE ASFALTO

Asfalto EXTRACCIÓN



Extractores Centrífgos de Asfalto ASTM D-2172; AASHTO T-164.

- Disponible en capacidades de 1.500 y 3.000 gramos.
- Opción de motor a prueba de explosiones para mayor seguridad.
- Fabricación en aluminio resistente a la corrosión.
- Velocidad centrífuga en el rango de 0-3.600 rpm.
- Orificios pre-perforados para montaje.
- Mecanismo de freno manual.

El Extractor Centrífgo de Asfalto se utiliza para determinar el porcentaje bituminoso en mezclas de pavimento de asfalto mediante la extracción de bitumen, utilizando disolventes especificados. Disponible en capacidades de 1.500 y 3.000 gramos, se ofrece un motor "protegido contra explosión" para una mayor seguridad del operario.

El alojamiento, cuenco removible, tapa y tuerca están fabricados de aluminio vaciado para resistir a la corrosión. La tapa está diseñada con pestillos para seguridad durante el ensayo y con mangos para levantarla y transportarla fácilmente. Los orificios están pre-perforados en la base para montaje en un banco de trabajo. Un dial convenientemente situado controla la velocidad centrífuga en la gama de 0-3.600 rpm. El operador puede detener rápidamente la rotación centrífuga con un mecanismo de freno manual. La unidad se suministra con 10 discos de filtro.

Especificaciones

Control.	Velocidad variable, 0-3.600 rpm; freno para parada rápida.
Motor.	1/6 c.v.
Tapa.	Aluminio; removible, con copa integral para añadir disolvente.
Alojamiento.	Aluminio; removible, sellado.
Cuenco.	Aluminio; removible.
Discos de filtro.	10 incluidos.
Dimensiones.	Modelos de 1.500 g: 432 mm ancho x 432 mm largo x 457 mm alto (17 pulg. x 17 pulg. x 18 pulg.) Modelos de 3.000 g: 457 mm ancho x 457 mm largo x 483 mm alto (18 pulg. x 18 pulg. x 19 pulg.)
Peso.	Neto 32 kg (70 libras).

Información para órdenes

- EI45-3820/02. Extractor Centrífgo de 1.500 g, 120vCA, 60 Hz, 1ø.
- EI45-3820/01. Extractor Centrífgo de 1.500 g, 220vCA, 50/60 Hz, 1ø.
- EI45-3825/02. Extractor Centrífgo de 3.000 g, 120vCA, 60 Hz, 1ø.
- EI45-3825/01. Extractor Centrífgo de 3.000 g, 220vCA, 50/60 Hz, 1ø.
- EI45-3830/02. Extractor Centrífgo de 1.500 g, protegido contra explosión, 120vCA, 60 Hz, 1ø.
- EI45-3830/01. Extractor Centrífgo de 1.500 g, protegido contra explosión, 220vCA, 50/60 Hz, 1ø.
- EI45-3835/02. Extractor Centrífgo de 3.000 g, protegido contra explosión, 120vCA, 60 Hz, 1ø.
- EI45-3835/01. Extractor Centrífgo de 3.000 g, protegido contra explosión, 220vCA, 50/60 Hz, 1ø.

Acesorios

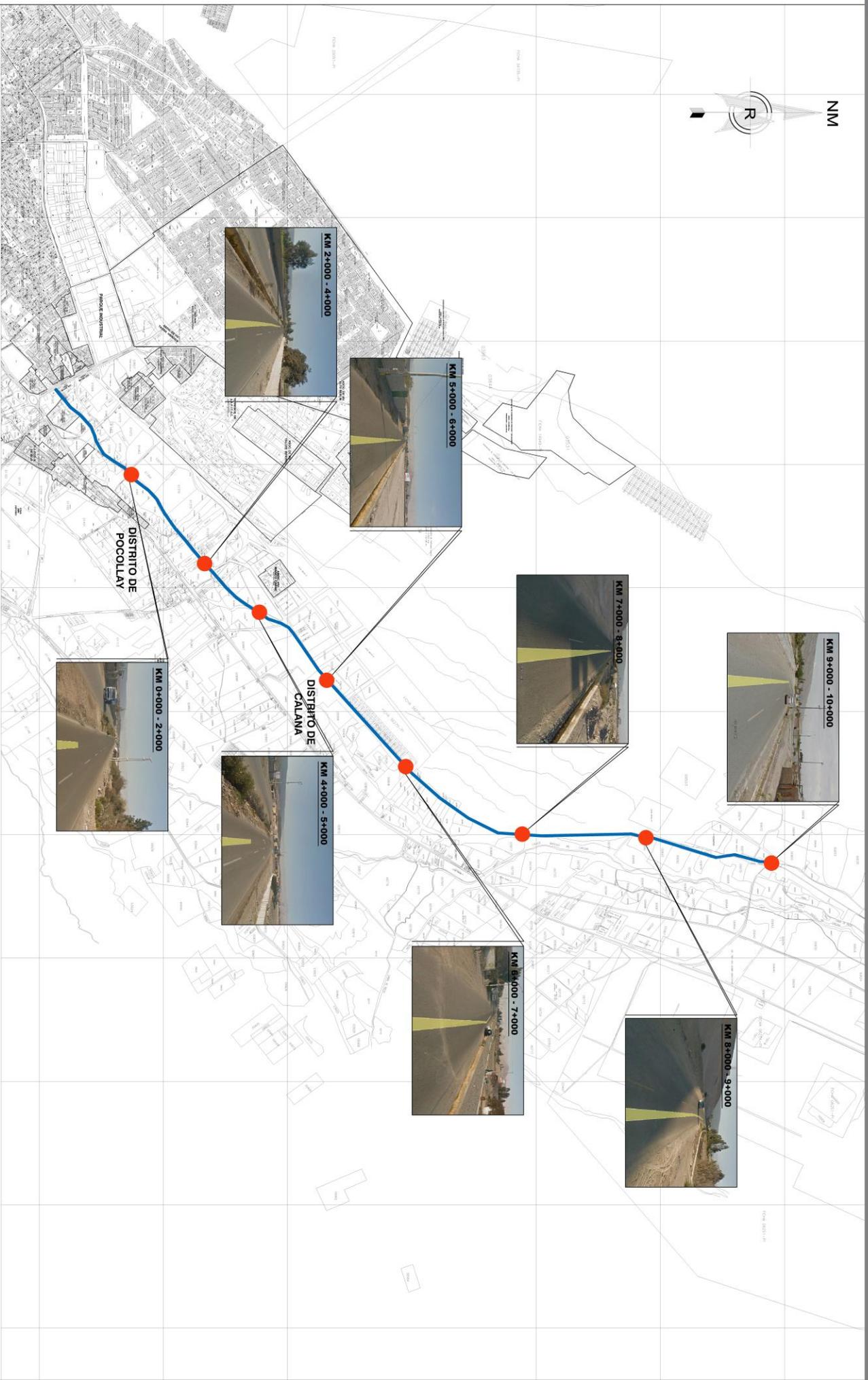
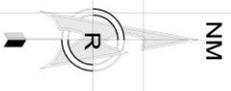
- EI45-3845. Disolvente biodegradable. Lata de 5 galones.
- EI45-3847. Disolvente biodegradable. Bidón de 55 galones.

Piezas de repuesto

- EI45-3840. Discos de filtro. Para su uso en extractores de 1.500 g; 254 mm (10 pulg.) de diámetro. Paquete de 100.
- EI45-3842. Discos de filtro. Para su uso en extractores de 3.000 g; 311 mm (12-1/4 pulg.) de diámetro. Paquete de 100.



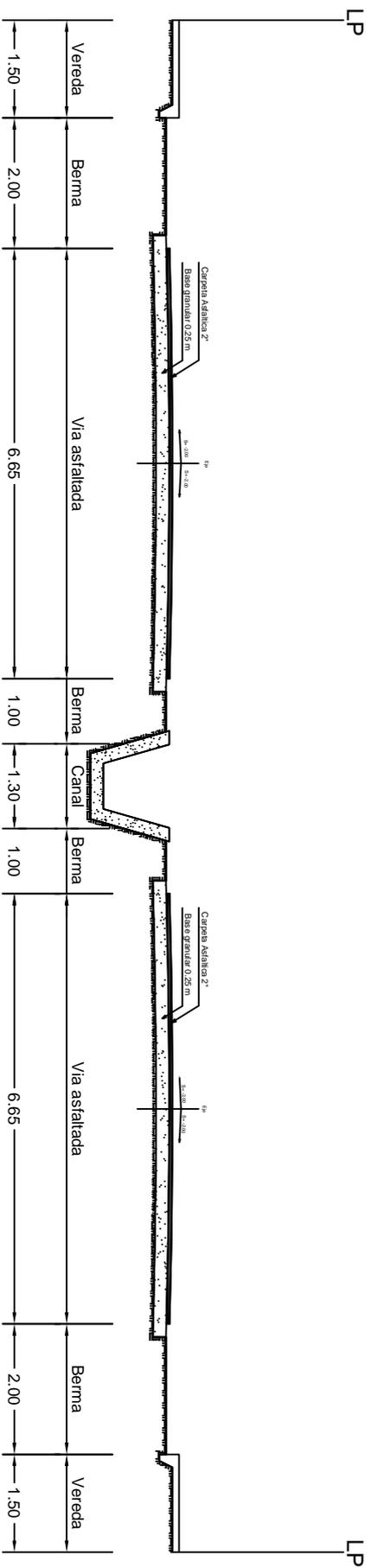
**PLANO TOPOGRAFICO DE LA
CARRETERA (Av. Los Angeles)-
POCOLLAY - CALANA TRAMO
(KM 00+000 AL KM 10+000)**



PLANO DE UBICACION

ESCALA: 1/250000

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO DE TESIS: DISEÑO DE LA CARRETERA CALANA - POCOLAY, A.M. Y LA COMUNITARIA	
EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL	
AUTOR: [Nombre]	
FECHA: [Fecha]	
U-01	



SECCION TIPO

Avenida los Angeles (Pocollay)
Escala: 1/100



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA		DPTO.: Tacna	LAMINA: S-01
		PROV.: Tacna	
ACTIVIDAD: TESIS	UBICACION: AV. LOS ANGELES	Dist.: POCOLLAY-CALANA	
DESCRIPCION: SECCION TIPO KM : 0+000 - 10+000	DISTRITO: POCOLLAY-CALANA	DIBUJO: JUC/RMLLM	
PROYECTO: EVALUACION DEL DISEÑO DE MEZCLAS DE LA CARPETA ASFALTICA EN LA CARRETERA TACNA (AV. LOS ANGELES) POCOLLAY - CALANA		ESCALA: Indicada	
		FECHA: AGOSTO 2015	