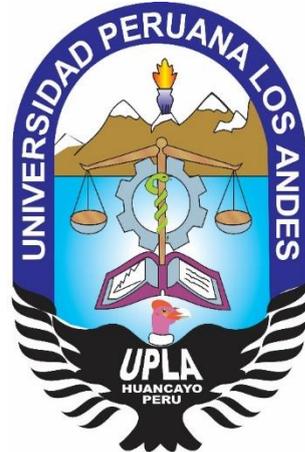


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“DISEÑO DE PAVIMENTO CON MEZCLA RECICLADA
PARA REUTILIZARLOS Y OPTIMIZAR COSTOS”**

PRESENTADO POR:

BACHILLER VALENZUELA CRISOSTOMO JASMANI

**LINEA DE INVESTIGACION INSTITUCIONAL:
TRANSPORTE Y URBANISMO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO- PERU
2020**

HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO

Dr. Casio Aurelio Torres López
PRESIDENTE

Ing. Rando Porras Olarte
JURADO

Ing. Julio Buyo Nakandakare Santana
JURADO

Ing. Ernesto Willy Garcia Poma
JURADO

Mg. Miguel Angel Carlos Canales
SECRETARIO

ASESOR:

-Dr. Francisco Cyl Godiño Poma.

DEDICATORIA

Dedico la presente a mis padres por haberme apoyado en todas mis decisiones, a mi esposa por todos los sacrificios que hizo para poderme ayudar, un agradecimiento especial para el Ing. Erol Juárez Vargas, y al maravilloso grupo de trabajo que conocí en el área de calidad en la planta de asfalto KAPALA SAC de quienes aprendí mucho durante el período de desarrollo mis labores de trabajo.

AGRADECIMIENTO

A los colaboradores del área de control de calidad de la empresa KAPALA SAC, por darme la oportunidad de realizar mi tesis de investigación, y de la misma manera a los colaboradores de las diversas empresas contactas relacionadas con el tema de reciclado de pavimentos flexibles.

A la Universidad Peruana los Andes, Facultad de Ingeniería Civil, donde recibí una formación académica y personal de primer nivel donde conocí a grandes amigos y colegas.

INDICE

RESUMEN	10
ABSTRAT	11
INTRODUCCIÓN	12
CAPITULO I	14
EI PROBLEMA DE INVESTIGACION	14
1.1. Planteamiento del Problema	14
1.2. Formulación y Sistematización del Problema	15
1.2.1. Problema General	15
1.2.2. Problemas Específicos	15
1.3. Justificación	15
1.3.1. Practica o Social	15
1.3.2. Metodológica.....	16
1.4. Delimitación	16
1.4.1. Espacial	16
1.4.2. Temporal.....	17
1.4.3. Económica	17
1.5. Limitaciones.....	18
1.6. Objetivos.....	18
1.6.1. Objetivo general.....	18
1.6.2. Objetivos específicos	18
CAPITULO II	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes (Nacionales e Internacional)	19
2.2. Marco Conceptual.....	21
2.2.1. Asfaltos sólidos	22
2.2.2. Asfaltos líquidos.....	23
2.2.3. Factores de Afectan la Integridad del Pavimento	27
2.2.4. Reciclaje de Pavimento.....	32
2.2.5. Parámetro de Diseño de Mezclas.	39
2.2.6. Ensayos Diseño De Mezcla.	40
2.3. Definición de Términos	54
2.4. Hipótesis.....	55
2.4.1. Hipótesis General.....	55
2.4.2. Hipótesis Específicas	55
2.5. Variables.....	56

2.5.1. Definición conceptual de variables	56
2.5.2. Definición operacional de la variable	57
2.5.3. Operacionalización de la variable.....	58
CAPITULO III	59
METODOLOGIA.....	59
3.1. Método Investigación	59
3.2 Tipo de investigación	59
3.3. Nivel de Investigación	59
3.4. Diseño de la Investigación	59
3.5. Población Y Muestra	59
3.5.1 Población	59
3.5.2. Muestra.....	60
3.6. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	60
3.7. Procesamiento de la Información	60
3.8. Técnica y Análisis de Datos	61
CAPITULO IV	65
RESULTADOS	65
4.1. Granulometría	65
4.2. Combinación de Material Fresado, Arena chancada y Piedra chancada. ...	67
4.3. Verificación Parámetros Material fresado y Agregados	68
4.4. Análisis de efectos en las propiedades físicas-mecánicas del Diseño de Pavimento con Mezcla Reciclada.	78
4.5. Impacto económico	81
CAPITULO V	83
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	83
CONCLUSIONES	85
RECOMENDACIONES.....	86
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	87
ANEXOS:	88

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.Pesupuesto de Tesis. Fuente Propia.....	18
TABLA 2..Fuente: Manual de Carreteras (Ministerio de Transporte y Comunicaciones).....	40
TABLA 3..Fuente: Manual de Carreteras (Ministerio de Transporte y Comunicaciones).....	41
TABLA 4.Gradaciones de MAC. Fuente: Manual de Carreteras (Ministerio de Transporte y Comunicaciones).....	41
TABLA 5.Relacion Estabilidad-Porcentaje Asfalto Fuente: Ensayos de Asfalto 2018-Chile.....	46
TABLA 6.Fuente Manual de Carreteras (Ministerio de Transporte y Comunicaciones).....	48
Tabla 7.Costo de Transporte. Fuente: Propia.....	52
Tabla 8.Costo de Mezcla Asfáltica convencional. Fuente: Propia.....	52
Tabla 9.Costo de Mezcla asfáltica reciclada. Fuente: Propia.....	53
Tabla 10.Costo de Transporte. Fuente: Propia.....	53
Tabla 11.EG-2013-436-01 Fuente: MTC-EG2013.....	70
Tabla 12..EG-2013 N°436-02 Fuente: MTC-EG 2013.....	74
Tabla 14.Lavados Asfálticos. Fuente: Propia.....	61
Tabla 16.Primer Diseño incremento 0.2 %. Fuente: Propia.....	80
Tabla 17.Diseño Final Incremento 0.4%. Fuente: Propia.....	80
Tabla 19.Parametros de Diseño. Fuente: Manual de Carreteras EG-2013.....	68
Tabla 22.Ensayos Agregado Fino. Fuente: Propia.....	63
Tabla 28.Asfalto Convencional costo. Fuente: Propia.....	81
Tabla 29.Asfalto Reciclado costos. Fuente: Propia.....	82

INDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1.	Mapa de Carabaylo.	17
IMAGEN 2.	Estructura de Pavimento.	26
IMAGEN 3.	Espesores de Pavimento.....	26
IMAGEN 4.	Pavimento soportando bajas temperaturas.....	28
IMAGEN 5.	Pavimento Sometido a lluvias.....	29
IMAGEN 6.	Soporte de carga del Pavimento en horas punta	30
IMAGEN 7.	Tensiones actuantes en el pavimento.....	31
IMAGEN 8.	Falla por Bombeo	32
IMAGEN 9.	Planta CIVER.	34
IMAGEN 10.	Fresado de Pavimento.....	35
IMAGEN 11.	Planta Móvil.....	36
IMAGEN 12.	Ciclo de Fresado de Pavimento.	37
IMAGEN 13.	Tipos de Material de Fresado.	38

RESUMEN

La presente investigación respondió al siguiente problema general: ¿Cuál es el diseño de Pavimento con mezcla reciclada para reutilizarse y optimizar costos?, el objetivo general fue: Diseñar pavimento con mezcla reciclada para reutilizarse y optimizar costos, y la hipótesis general que se verificó fue “Con el diseño de pavimentos con mezcla reciclada se reutilizará los materiales empleados y se reducirán los costos”.

El método general de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue la aplicada, de nivel descriptivo-explicativo y con diseño experimental. La población estuvo conformada por todas las vías de pavimento flexible del distrito de Carabaylo, provincia de Lima; el tipo muestreo fue el no aleatorio o intencional, y estuvo conformado por la calle José Pardo, de este distrito.

La principal conclusión de esta investigación fue que, con el diseño de pavimento con mezcla reciclada se reutilizaran todos los materiales empleados, en consecuencia se logró la reducción de costos.

Palabras Clave: Fresado de pavimento, Mezcla reciclada, optimización de costos.

ABSTRAT

The present investigation responded to the following general problem: What is pavement design with recycled mixture to reuse and optimize costs? The general objective was: Design pavements with recycled mixture to be reused and optimize costs and the general hypothesis that should be verified "With the design of pavements with recycled mix will reuse the materials used and reduce costs ".

The research method was scientific, the type of applied research, descriptive-explanatory level and experimental design. The population consisted of all the flexible pavement roads of the district of Carabayllo, province of Lima; the sampling type was non-random or intentional, and was made up by José Pardo Street, in this district.

The main conclusion of this investigation was that, with the design of pavement with recycled mixture, all the materials used were reused, consequently cost reduction was achieved.

Keywords: Pavement design, recycled mix, cost optimization.

INTRODUCCIÓN

Como ingenieros debemos innovar y buscar nuevas formas de mejorar un diseño de mezcla de asfalto , el presente trabajo busca optimizar recursos para obtener una mezcla asfáltica reciclada con las mismas propiedades de una mezcla asfáltica nuevo.

El siguiente estudio presenta la verificación de parámetros de mezcla reciclada y su posterior diseño con la franja granulométrica MAC-2 con PEN 60/70 que está diseñados según el método Marshall , especificado en el Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción (Ministerio de Transporte Y Comunicaciones) Actualización 2013.

El objetivo general es el diseñar pavimento con mezcla reciclada para reutilizarse y optimizar costos, enfatizando la reutilización de la carpeta asfáltica; generando la disminución del uso del material de acopio y efecto negativo para el medio ambiente. Obteniendo así la recuperación de la materia prima y disminuyendo costos, encontrando la mejor dosificación cumpliendo todas las especificaciones técnicas peruanas, para garantizar su servicio según su diseño asfáltico y comparar sus beneficios, características y deficiencias, en la aplicación de ellas y comparadas con técnicas convencionales.

El desarrollo de esta tesis está estructurado en 5 capítulos:

Capítulo I: PROBLEMA DE INVESTIGACION, aquí se resalta la propuesta del estudio donde se explica el: planteamiento del problema, formulación y sistematización del problema: problema general, problemas específicos; Justificación: practica o social, metodológica; Delimitación: espacial, temporal, económica; Limitaciones: información, teóricas, económicas; Objetivos: objetivo general y objetivo específico.

Capítulo II: MARCO TEORICO, en este acápite se describe los antecedentes: nacionales, internacionales; Asfaltos líquidos, asfaltos sólidos, factores que afectan la integridad del pavimento, reciclaje de pavimento, parámetros de diseño de mezclas, definición de términos; hipótesis : hipótesis general , hipótesis específicas ; variables : definición conceptual de variables , definición operacional de la variables , operacionalización de la variable .

Capítulo III: METODOLOGIA, este acápite contiene el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de la investigación; Población y muestra: población, muestra; Técnicas e instrumentos para la recolección de datos, procesamiento de la información; Técnica y análisis de datos.

Capítulo IV: RESULTADOS, en este episodio se muestra el diseño de pavimento con mezcla reciclada para reutilizarlos y optimizar costos, verificación de parámetros de diseño, efectos físicos – mecánicos en diseño de pavimento, optimización de costos.

Capítulo V: DISCUCCION DE RESULTADOS, donde se procedió a la discusión y análisis de los resultados de la investigación y optimización de costos de ambos pavimentos.

Finalmente se tiene las conclusiones, recomendaciones referencias bibliográficas y los anexos.

Bach: Jasmani Valenzuela Crisostomo

CAPITULO I

EI PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Planteamiento del Problema

El presente trabajo de investigación “Diseño de Pavimento con Mezcla Reciclada para Reutilizarlos y Optimizar Costos “, se inicia buscando un diseño de mezcla asfáltica reciclada patrón en diversos trabajos de investigación y proyectos de carreteras donde se haya utilizado este tipo de diseño ,encontrando que los trabajo de tesis y proyectos en el Perú no han investigado este tipo de diseño de mezcla reciclada , encontrando datos genéricos del diseño o utilizando otros métodos de reciclaje como reciclaje de todo el paquete estructural vale decir sub base y carpeta asfáltica que fueron utilizados como base o relleno estructural mas no como carpeta asfáltica.

Por consiguiente este estudio se planteó investigar el diseño de mezcla en caliente con material de fresado (carpeta asfáltica reciclada),buscando las normas que lo avalen y su factibilidad en trabajos o proyectos que lo hayan usado ,entonces en la búsqueda del normas técnicas encontramos que este método si está avalado por el MINISTERIO DE TRANPOSTE Y COMUNICACIONES ,dando usos y parámetros técnicos que regulan su utilización para su posterior control , es habitual fresar pavimentos en el Perú mas no reciclarlos eso fue otra de las razones para desarrollar el presente estudio ya que si hay normas peruanas que lo avalan como también Americanas (AASHTTO),es ahí donde nace la otra incógnita será factible en costos el diseño de mezcla con carpeta asfáltica reciclada , planteándome desarrollar los costos de un diseño de pavimento con mezcla asfáltica reciclada y su comparación con una mezcla nueva en propiedades físicas mecánicas y optimas en costos .

Por consiguiente debido a la gran escalas de obras de pavimentación y recuperación de vías donde se está reasfaltando carretas, calles y avenidas, no se está tomando en cuenta el reciclaje de los componentes del pavimento como alternativa de construcción , siendo

esta un gran oportunidad para optimizar costos y reutilizar materiales ,la presente tesis es tomando esta problemática para generar una alternativa de solución para la construcción de pavimento con componentes reciclados.

1.2. Formulación y Sistematización del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál es el diseño de pavimento con mezcla reciclada para reutilizarlos y optimizar costos?

1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cuáles serán los resultados de la Verificación de Parámetros de Diseño de pavimento con mezcla Reciclada?
- b) ¿Qué efectos se producen en las propiedades física-mecánicas del diseño de pavimento con mezcla reciclada?
- c) ¿Cuál es el impacto económico del diseño de pavimento con mezcla reciclada?

1.3. Justificación

1.3.1. Practica o Social

En la presente investigación de acuerdo con los objetivos de estudio se plantea una alternativa de reutilización de unos de los componentes de pavimento (mezcla azafatica) dando un segundo aprovechamiento a los insumos del pavimento, específicamente la carpeta asfáltica llamada también fresado, otorgando así una alternativa a los ingenieros o entidades encargadas de gestionar y construir pavimentos como una alternativa en ejecución de obra.

Con tales resultados se plantea un diseño de mezcla que solucionara la utilización y reciclaje del material fresado con un impacto económico favorable en la reducción de costos.

1.3.2. Metodológica

La metodología utilizada en el diseño de pavimento con Mezcla Reciclada para reutilizarlos y optimizar costos es un aporte para lograr diseñar mezclas asfálticas recicladas, optimizando costos y reciclando materiales, estrategias que facilitaran la reutilización de residuos de pavimentos, evitando la contaminación ambiental con desechos. El tratamiento con el desarrollo de este estudio debe servir para la realización de investigaciones similares y en escenarios diversos.

1.4. Delimitación

1.4.1. Espacial

La propuesta técnica se desarrolló en el distrito de Carabayllo provincia de Lima - Región Lima. Este distrito se encuentra en la zona norte de nuestra capital, presenta un clima cálido con temperaturas de 12 C° en invierno y llega hasta 32 C° en verano; para poder llegar al distrito se toma la Av. Tupac Amaro hasta llegar al km 20 donde comienza el distrito.

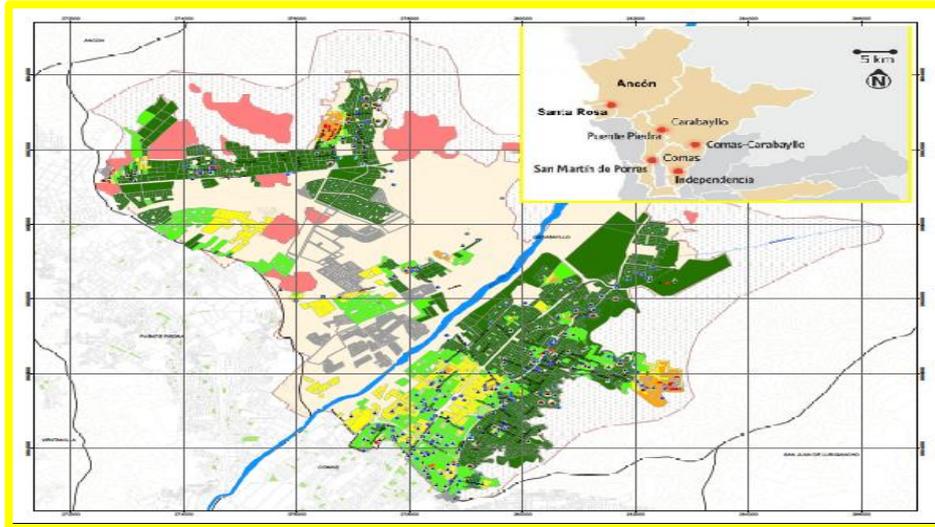


IMAGEN 1. Mapa de Carabayllo.
Fuente Ministerio de Vivienda y Construcción

1.4.2. Temporal

El tiempo de desarrollo de este trabajo de investigación se inició en el 12 enero del 2019 culminándose el 10 de junio del 2019, tiempo prudencial para el desarrollo de la presente tesis.

1.4.3. Económica

La presente tesis se desarrolló con recursos propios, ya que no se utilizó laboratorios de nuestra Institución ubicada en Huancayo, se buscó laboratorio externo y asesores temáticos externos ya esta investigación se desarrolló en Lima.

Persona Natural o jurídica que percivira pago	Tipo de servicio que Brindara		Unidades	Valor de unidad(soles)	Total (s)	Financiamiento
Asesor	Asesoramiento profesional	Tematico	1	3000	5000	Recursos propios
		Metodologico	1	2000		
Servicios de terceras personas naturales	Informacion		3	650	1950	Recursos propios
Empresa de transporte	Movilidad		40	60	2400	Recursos propios
Centros de Informacion	Servicios informaticos multiples		200	4	800	Recursos propios
				Total	10150	

TABLA 1.Pesupuesto de Tesis. Fuente Propia

1.5. Limitaciones

Como limitación principal fue conseguir el financiamiento para colocar mi diseño de mezcla en servicio en un tramo de prueba por lo que recurrí a un juicio de expertos para poder validar mi investigación, donde 6 expertos revisaron el presente estudio otorgándole la valoración de aprobada alta, adjunto sus firmas y evaluación en los anexos.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Diseñar un pavimento con mezcla reciclada para reutilizarlo y optimizar costos.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Comprobar los resultados de la verificación de parámetros diseño de pavimento con mezcla reciclada.
- b) Analizar los efectos que producen en las propiedades físicas-mecánicas del diseño de pavimento con mezcla reciclada.
- c) Calcular el impacto económico del diseño de pavimento con mezcla reciclada.

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes (Nacionales e Internacional)

Se hicieron estudios previos para desarrollar este proyecto de investigación tomando antecedentes de tesis nacionales e internacionales:

-De acuerdo con el presente trabajo de investigación se caracteriza como indica (Chile, Valenzuela. 2003), realizaron un estudio “El asfalto, en la conservación de pavimentos”, Esta tesis presenta las diferentes causas de falla que sufren los pavimentos flexibles. Las causas por las cuales se producen y la reparación de emergencia y permanente que podemos ejecutar en obra. El objetivo de esta tesis es dar a conocer la gran variedad de usos que tiene el asfalto en la mantención de pavimentos flexibles.

De acuerdo a mi problemática la autora en mención describe la influencia del reciclaje de pavimento, su mejora con aditivos rejuvenecedores de asfalto, dándome a conocer que tipo de aditivos utilizar en mi trabajo de investigación.

-(Chile, Rodríguez Valdivia 2008) “Análisis de Pavimento Asfáltico Modificado con Polímero”. En el presente trabajo de titulación se ejecuta un análisis de pavimento asfáltico modificado con polímero. Se realiza un estudio de dosificación de concreto asfáltico convencional en caliente y un concreto asfáltico modificado con polímero en caliente, ambos con un tamaño máximo de 20 mm. (3/4”) de los áridos para tránsito pesado. Se describen los procesos de identificación de las muestras, granulometrías, constantes físicas e hídricas, dosificación de los áridos en peso, características de la mezcla, parámetros Marshall y se confecciona la mezcla de trabajo.

El autor en mención realiza diferentes dosificaciones de asfalto con polímeros, realizando todos los ensayos haciendo comparativos de sus propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica concluyendo que el pavimento con polímeros tiene más tiempo de vida que un pavimento

habitual, este trabajo me ayudo a partir de qué porcentaje de PEN comenzaría mi diseño de pavimento.

-(Lima, Espinosa Juro, Vildoso Flores, 2014) “Estudio de la Técnica del Reciclado con Asfalto Espumado En Las Carreteras La Oroya – Chicrín – Huánuco – Tingo María – Dv. Tocache Y Conococha – Yanacancha”.

Este proyecto toma como muestra las carreteras de nuestro país que aún presentan avanzado deterioro, donde fue necesario investigar sobre la tecnología del Reciclado del Pavimento con Asfalto Espumado (RPAE), la cual es una alternativa con beneficios atractivos, para esto se enfocaron en el mantenimiento de las carreteras La Oroya – Chicrín – Huánuco – Tingo María – Dv. Tocache y Conococha – Yanacancha para evaluar, analizar y comparar sus beneficios, características y deficiencias, en la aplicación de ellas mismas y comparadas con técnicas convencionales. Esta alternativa de mantenimiento RPAE enfatiza la reutilización de la carpeta asfáltica y parte del material granular generando la disminución del uso del material de acopio y efecto negativo para el medio ambiente, obteniendo así la recuperación del material para confort de los usuarios al trasladarse por la vía generando mayor actividad productiva y un menor tiempo de viaje .

El presente trabajo me ayudo a tener en cuenta los costos que implican el reciclaje del pavimento y su gran impacto en el medio ambiente.

-(Lima, Fernandez Larrauri, 2012). La presente investigación se enfoca en reciclado en frío para pavimentos flexibles, con adición de emulsión asfáltica del tipo catiónica.

En laboratorio se obtuvieron mezclas emulsionadas recicladas con estabilidades superiores a 960 lb. y relaciones de vacíos entre 3% y 6%, que cumplen con las especificaciones técnicas establecidas, por el Ministerio de Transportes. En base a estos resultados se diseñó la estructura del pavimento que soportará los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos que lo van a transitar. Se evaluó la factibilidad económica y financiera de esta alternativa, obteniendo resultados favorables debido a que se obtuvieron ahorros igual a 34%.

Este trabajo de tesis me ayudo obtener datos esenciales de comparaciones de precios unitarios y costos que me sirvieron en mi proyecto de investigación dándome aproximaciones a cuanto puedo llegar con el ahorro de reciclaje de pavimento.

2.2. Marco Conceptual

2.2.1. El Pavimento como Estructura

Los pavimentos se componen de la siguiente manera: Carpeta Asfáltica, Base, Sub Base y Sub-Rasante, cada uno de ellos tiene una función distinta que se definirá a continuación.

Asfalto

Son combinaciones diversas de hidrocarburos, es un material aglomerante de tono oscuro, no volátiles con elevado peso molecular, originarios del petróleo crudo, donde se disuelven, pueden obtenerse por ebullición natural de depósitos en la superficie terrestre, llamados Asfaltos Naturales, o por medio de técnicas de destilación industrial cuya formación mayoritaria es el Bitumen.

Los asfaltos destilados del petróleo son elaborados ya sea por destilación por vapor o soplados.

Tipos según Obtención

Según el origen del petróleo crudo la composición de base se divide en:

- Asfáltica
- Parafínica
- Intermedia

Aquellos asfaltos de raíz asfáltica, obtenidos de petróleos asfálticos, crecidamente deseables para pavimento, ya que tienen buenas características ligantes y de eficacia al acabamiento por hecho de clima. Los asfaltos de raíz parafínica se oxidan progresivamente expuestos a la intemperie, dejando un restantes escamosos y de corto equivalencia como ligante. De relación a su función, los asfaltos los podemos catalogar en 2 grandes grupos:

- Para Pavimentos
- Industriales

Para pavimentos. -Éstos se subdividen en: Asfaltos sólidos y asfaltos líquidos.

2.2.1. Asfaltos sólidos

Llamados también Cementos Asfálticos, son asfaltos que se emplean en mezclas calientes para su uso en construcciones de pavimentos asfálticos por sus propiedades aglomerantes e impermeabilizantes, las cuales brindan características de flexibilidad, durabilidad y alta resistencia a la mayoría de los ácidos, sales y álcalis. Se clasifican de acuerdo a su consistencia medida por ensayo de PENETRACIÓN.

PETROPERÚ, produce y comercializa los siguientes grados de Cementos Asfálticos de Pavimentación:

- PETROPERÚ CEMENTO ASFÁLTICO 40/50 PEN
- PETROPERÚ CEMENTO ASFÁLTICO 60/70 PEN
- PETROPERÚ CEMENTO ASFÁLTICO 85/100 PEN
- PETROPERÚ CEMENTO ASFÁLTICO 120/150 PEN

En especial, y a pedido y previa consulta, produce y comercializa los Asfaltos Sólidos para Uso Industrial sólo en Refinería Conchán:

- PETROPERÚ CEMENTO ASFÁLTICO 10/20 PEN

- PETROPERÚ CEMENTO ASFÁLTICO 20/30 PEN

2.2.2. Asfaltos líquidos

Los asfaltos líquidos se producen diluyendo un cemento asfáltico con un solvente derivado del petróleo o con agua (mediante la inclusión de un emulsificante). Los asfaltos líquidos permiten el mezclado con los agregados sin necesidad de recurrir al calentamiento, reduciéndose así los costos de producción, transporte y colocación de las mezclas. El endurecimiento de la mezcla ocurre al evaporarse o separarse el solvente del asfalto.

Si el solvente utilizado es un derivado del petróleo, se obtiene un asfalto líquido tipo "Cutback". Si en cambio, se utiliza agua más emulsificante, se obtiene una Emulsión Asfáltica.

Asfalto líquido "cutback"

Si el solvente utilizado es muy volátil (Nafta o Gasolina) se obtendrá un Asfalto Líquido de endurecimiento rápido (RC). Si el solvente es de volatilidad intermedia (Kerosene) se obtendrá un Asfalto Líquido Intermedio (MC). Finalmente, si el solvente es poco volátil (un destilado pesado), el producto será un Asfalto Líquido de endurecimiento lento (SC). Según la cantidad de solvente variará la viscosidad del producto, clasificándose en diferentes grados (30, 70, 250, 800 y 3,000).

PETROPERÚ, produce y comercializa los siguientes Asfaltos Líquidos:

- PETROPERÚ ASFALTO LÍQUIDO MC – 30
- PETROPERÚ ASFALTO LÍQUIDO RC – 70
- PETROPERÚ ASFALTO LÍQUIDO RC – 25

Carpeta Asfáltica

La Cubierta Asfáltica es la capa de material rocoso cementado con asfalto que se coloca justo la base para prestar las siguientes funciones:

- Suministrar una superficie de rodamiento adecuada que permita el tránsito posible y satisfactorio de los vehículos.
- Interrumpir el filtrado de agua hacia las capas inferiores, ya que la demasía de humedad disminuye la capacidad portante de estas capas ocasionando fallas estructurales.
- Soportar la acción destructora de los agentes climáticos y deterioro provocados por los vehículos.

A continuación, describiéremos cada elemento del pavimento:

✓ **Base**

Es la capa que recibe la mayor porción de los esfuerzos producidos por los vehículos. La carpeta es colocada sobre ella puesto que la capacidad de carga del material friccionante es baja en la superficie por olvido de confinamiento. Normalmente esta capa al mismo tiempo de la compactación necesita nuevo tipo de mantenimiento (equilibrio) y además de transmitirlos de modo adecuada a las capas inferiores. El valor cementante en una base es importante para suministrar una sustentación adecuada de las carpetas asfálticas. En caso inverso, cuando las bases se constituyen con materiales inertes y se empieza a recorrer por la carretera, los vehículos provocan deformaciones transversales.

✓ **Sub-base**

Es la capa que se encuentra entre la base y la sub-rasante, cumple un elemental aspecto financiero ya que convierte un cierto grosor de la base a un grosor equivalente de material de sub-base, como la sub-base es una de las capas localizada en la porción debajo del pavimento, los esfuerzos

ejercidos en esta son menores, es por eso que el material a usar en su estructura es de mínima capacidad portante. La Sub-Base asimismo previene la intrusión de los finos del suelo de sub-rasante en las capas de base para lo cual se debe detallar materiales de cantidad relativamente densa, minimiza los daños por secuela de las heladas y en estos casos se debe detallar materiales con mayor cantidad de vacíos, ayuda a advertir la aglomeración de agua libre adentro de la distribución del pavimento, en estos casos debemos detallar el material de libre drenaje y colectores para desaguar el agua.

✓ **Sub-rasante**

La Sub-rasante tiene como función soportar las cargas que transmite el pavimento y darle sustentación, al mismo tiempo de considerarse la cimentación del pavimento. Entre superior sea la eficacia del material de esta capa el grosor del pavimento será más corto y habrá una reserva en los costos sin modificar la calidad. La actuación de los suelos de Sub-rasante tiene una gran importancia en los pavimentos puesto que descansan y reciben todas las cargas que son transmitidas por pavimento. La Sub-rasante o material natural que soporta la distribución del pavimento puede ser mezclado in-situ (si se trata de un material de corte) o material extraído de una cantera (si se trata de una condición de relleno). Las características de firmeza del material de Sub-rasante determinan las características de la estructura de pavimento requerida para perder las fuerzas aplicadas en la superficie. Estas fuerzas deben ser reducidas hasta lograr una dimensión tal que pueda ser tolerada por la sub-rasante, evitando la imperfección durable de la misma. Los métodos de diseño de pavimentos habitualmente utilizan la firmeza y rigidez de la Sub-rasante como parámetros de ingreso. La decisión de estos parámetros tiene por correcto el suministrar a la estructura de la firmeza necesaria para resguardar la Sub-rasante. Este procedimiento o aproximación al diseño de pavimentos fue recogido por primera vez en el período de los 50', con el procedimiento de diseño empírico denominado

Razón de Soporte California (California Bearing Ratio o CBR), el cual ha perdurado hasta el siglo 21. Las estructuras de pavimento de gran grosor son construidas para resguardar una extensión de soporte defectuoso de la Sub-rasante. La representación del suelo de fundación en el diseño de estructuras es por intermedio del MODULO DE RESILENCIA (MR).



IMAGEN 2. Estructura de Pavimento.
Fuente: Pavimentos en Latinoamérica

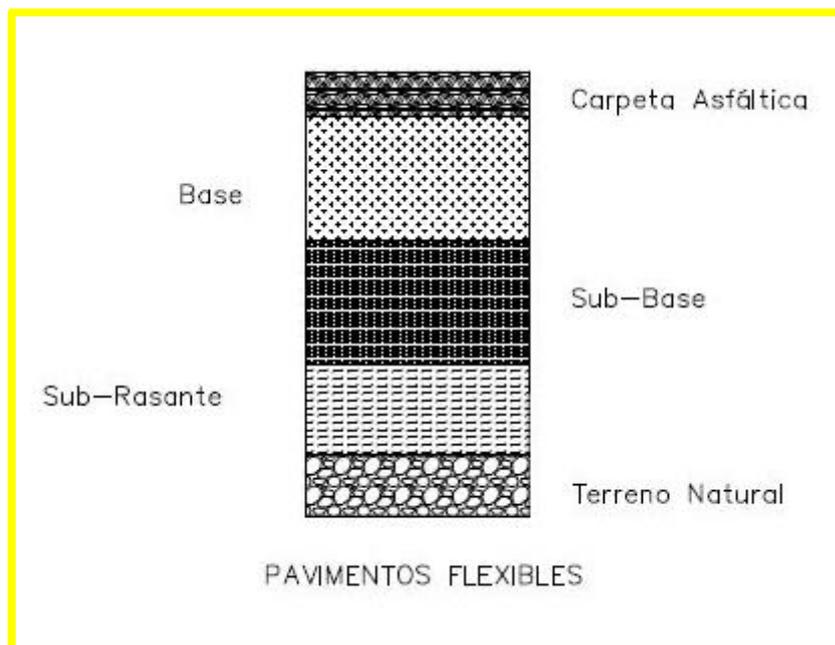


IMAGEN 3. Espesores de Pavimento

Fuente: Pavimentos en Latinoamérica.

2.2.3. Factores de Afectan la Integridad del Pavimento

Las condiciones ambientales afectan a los pavimentos en dos tipos:

a) Capa Superficial

Las carreteras están expuestas, al tráfico, al sol, viento, lluvia, nevada, y otros elementos naturales. El escalafón de estos elementos climáticos naturales son las consecuencias que producen en las propiedades de la superficie de la calzada. Estos efectos principalmente son: - Efectos térmicos que causan los cambios de masa, resultado del incremento y contorsión de materiales por cambios de temperatura. La escala de temperatura diaria que experimenta la superficie de la calzada es significativa. En áreas desérticas, la superficie de una calzada de pavimento flexible puede escrutar un estado de temperaturas de 50 °C entre las primeras horas de la mañana y el mediodía.



IMAGEN 4. Pavimento soportando bajas temperaturas.
Fuente: Propia.

b) Capas Interiores

El principal enemigo de estructuras en carreteras es el agua. La saturación con agua hace que los materiales se vuelvan deformables y proporciona una saturación entre las partículas, también las cargas de tráfico son aplicadas. La dimensión de soporte del material en situación seca es constantemente mayor que en estado húmedo, y mientras el material sea más cohesivo (o arcilloso), mayor es el perjuicio a la humedad. Asimismo, si el agua actual en la estructura alcanza su punto de congelamiento, se produce una expansión en cuerpo de la misma, lo que genera daño inmenso. Por lo tanto, la trascendencia de advertir el ingreso del agua a la distribución de pavimento, fundamentalmente en los materiales de más baja propiedad de las capas inferiores es primordial.



IMAGEN 5. Pavimento Sometido a lluvias.
Fuente: Propia.

C) Cargas del Tráfico

La finalidad de los caminos es lograr el tráfico vehicular. La carga y el tráfico querido en una vía determinan los requerimientos geométricos y estructurales de los pavimentos. Cuando iniciamos un diseño de pavimentos, las características más importantes del tráfico son aquellas que permiten precisar la dimensión y periodicidad de las cargas de superficie que la vía puede dar primero. La carga que se aplicada sobre la superficie del pavimento por la rueda se determina por 3 factores:

- La fuerza (en Kilo Newtons, KN) que lleva la rueda.
- Apremio de inflado (en Kilo Pascales, kPa) que determina la “impronta” de la rueda sobre la superficie. Esta impronta define el área de relación entre llanta y la superficie. Se tiene como un agente que asimismo depende de la carga.
- Cuando aplicamos una determinada velocidad de viaje definimos el tiempo en que la superficie del pavimento es cargada y descargada.



IMAGEN 6. Soporte de carga del Pavimento en horas punta
. Fuente: Diario Correo.

d) Efecto del Tráfico en el Pavimento

Son efectos que generan tensiones en la superficie por las cargas de rueda. Pueden ser predominantes en el plano u ubicación perpendicular. Sin embargo, el terminal horizontal llega a ser regular en los bordes, gradientes de cuestas y en intersecciones o cruces en que los vehículos frenan. La calidad de material debe ser apto de tolerar estas tensiones sin romperse o deformarse.

- Abrasividad de neumáticos. Esta acción es significativa en los bordes y tiende a maltratar y carcomer la superficie, desencadenado el pulido de esta y produciendo una disminución en la fricción de la superficie (firmeza al patinaje). Entonces esta se desgastada volviéndose resbaladizas en estado húmedo generando peligrosidad para los usuarios de carretera.

- La diferenciación de la dimensión de los esfuerzos con la hondura, estos esfuerzos a cualquier nivel deben ser inferiores a los que soportan los materiales que utilizamos en la elaboración de pavimento.

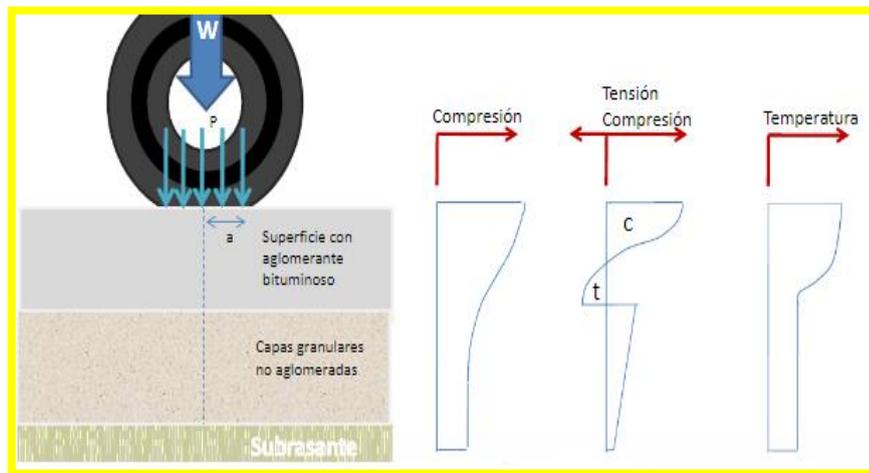


IMAGEN 7. Tensiones actuantes en el pavimento.
Fuente: Deformaciones en Pavimento Ecuador.

e) Consecuencias del Agrietamiento

El agrietamiento comienza cuando el agua puede entrar libremente dentro de la estructura. Teniendo como consecuencias la pérdida de capacidad de soporte producida por el agua llevando a la disminución de la solidez de la estructura, esto mengua de resistencia es causa una tasa de desperfecto mayor bajo las cargas de tráfico repetitivas. Por consecuencia el agua en un material saturado puede llegar a ser un elemento destructivo cuando el pavimento está subordinado a cargas pesadas. Esto pasa también de forma equivalente en un fluido hidráulico, el agua transmite las cargas verticales de los vehículos en presiones, que ágilmente erosionan la estructura de material granular y produce la separación del árido en el asfalto.

En estas circunstancias, la fracción fina del material del pavimento se puede mover dentro de la estructura. Esto se desarrolla cuando la fracción fina es expulsada fuera del pavimento a través de las grietas (fenómeno importante como “bombeo”).



IMAGEN 8.Falla por Bombeo
Fuente: Deformaciones en Pavimentos Ecuador.

2.2.4. Reciclaje de Pavimento

a) Generalidades

En este capítulo describe los distintos tipos de procesos y equipos para ejecutar el proceso de reciclado. Asimismo, se exponen los beneficios que se obtienen al emplear este proceso, y los principales factores que afectan la posibilidad del reciclado del pavimento en un proyecto específico.

a.1) El Proceso de Reciclado

Este se realiza mediante el dispositivo llamado fresadora, dependiendo de la cuantía de m² de pavimento se solicita el aparato según sus capacidades, mediante la traslación del material recuperado de un pavimento presente a un acopio central, en que el material se trabaja con una unidad de procesamiento (como un mezclador continuo). In-situ, el reciclado se logra con una máquina recicladora móvil. Entonces el proceso en planta es la elección más cara o barata dependiendo el lugar de acopio a obra (planta a obra viceversa) en términos de costo por metro cúbico de material.

El costo de transporte es esencial para los proyectos ya depende eso el costo, que no existen en el reciclado in situ. La industria de la construcción tiene como cuenca estos dos métodos y la decisión sobre cuál debe ser aplicado está definido por el tipo de construcción.

La construcción de un nuevo pavimento y refuerzo de este se realizan en una planta de procesamiento asfáltica, el procedimiento in-situ de los materiales de pavimentos es de uso corriente, la reconstrucción de pavimentos se puede lograr a un costo menor en comparación al método convencional con la introducción de máquinas potentes para este tipo de trabajos. Teniendo cuenta la posición de los pavimentos a nivel mundial, la rehabilitación de pavimentos existentes excede largamente la demanda por caminos nuevos. Como resultado de esto, el reciclado de pavimentos ha sido adoptado en muchos países como el procedimiento recomendado para lograr responder al enorme mercado de rehabilitación de caminos y carreteras.

a.2.) Reciclado en Planta

Este método es exclusivamente para aquellos proyectos que requieren un gran volumen reciclado ya requieren una mezcla de materiales a ser tratados, es una gran opción, además se pueden acopiar para su uso posterior.

Beneficios del reciclado en planta comparado con el reciclado in situ:

- Ensayos de materiales antes de utilizarlos. Mientras que el reciclado in-situ no se puede controlar al 100 % la calidad de materiales, ya que su ingreso en la planta móvil no puede demorar su proceso.

El principal beneficio del reciclado en planta nos otorga la posibilidad de ensayar las muestras para un producto final específico al mezclar distintos tipos de agregados, también es posible cambiar la proporción de estos en la mezcla y los materiales de entrada pueden ser almacenados en acopios y ser sometidos a ensayos antes de producir la mezcla.

- Calidad de mezcla. Se tiene la posibilidad realizar modificaciones en el proceso de mezclado continuo así también variar el tiempo cuando el material es preservado en la cámara de mezclado, modificando la calidad de la mezcla.
- Acopio del material. El material reciclado de pavimento producto del reciclado producido se puede acopiar y ser utilizado cuando sea requerido, y de ese modo no depender de la producción de mezcla y la colocación de esta.



IMAGEN 9.Planta CIVER.

Fuente: Plantas CIVER Brasil.

a.3.) Reciclado in-situ

En estos años las máquinas han evolucionado a través de los años, especialmente las utilizadas en pavimentos flexibles para el colocado de asfalto desde máquinas modificadas para fresar y estabilizar suelos, hasta las recicladoras de pavimento conocidas como fresadoras. Es tipo de recicladoras son específicamente diseñadas para obtener la capacidad de reciclar capas de pavimento con espesores variables una sola pasada.

Estas fresadoras son modernas y con tecnología de punta que pueden ser graduadas a los espesores que se requiere en obra, tenemos variedad de marcas siendo la más reconocida las alemanas por su calidad y buen rendimiento, estos equipos están montadas sobre orugas o sobre neumáticos de flotación. En estos equipos lo más importante de este equipo es el rotor fresador-mezclador equipado con un gran número de puntas, especialmente diseñadas para este proceso. En la siguiente fotografía número 10 se muestra su trabajo en campo.



IMAGEN 10.Fresado de Pavimento.
Fuente: Diario Correo.

La fresadora avanza con el tambor rotando, seguidamente se enciende el control del agua que va acoplado en un tanque que mediante mangueras dentro de la cámara de mezclado. La incorporación del agua es a lección del trabajo que se está ejecutando, mediante controladores electrónicos de un sistema de bombeo, es ahí que el tambor mezcla el agua con el material reciclado obteniendo la humedad necesaria.

Para poder conseguir altos niveles de compactación, se agregan agentes estabilizadores líquidos, como lechada cemento / agua o emulsión asfáltica,

tanto combinada o en forma separada, estas introducen directamente como una posibilidad a la cámara de mezclado.

EL pavimento reciclado es introducido dentro de la cámara de mezclado seguidamente mediante una barra aspersor especialmente diseñada se inyectan los agentes estabilizadores poderosos, como la cal hidratada, o estabilizadores de asfalto que son mezclados dentro la mezcladora antes de ser colocado en la pavimentadora. La mezcladora in-situ trabaja sobre el estabilizador en polvo, mezclando a éste con el material recuperado, entonces inyecta agua, todo en una sola operación.

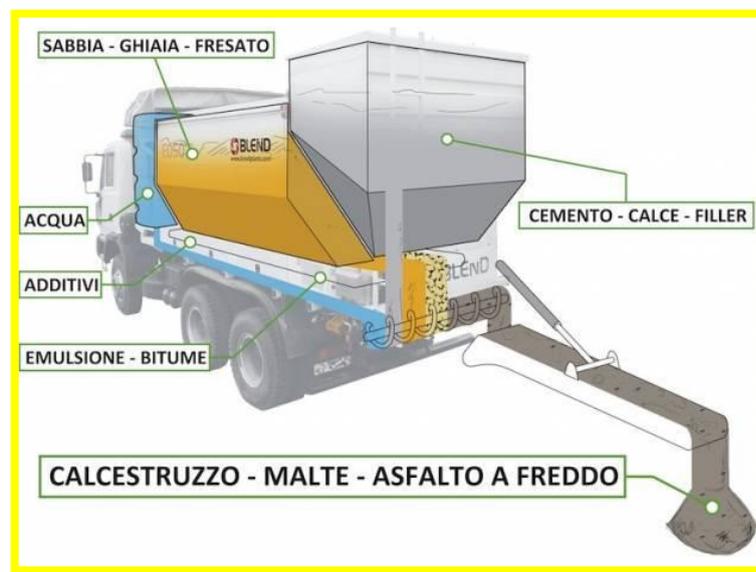


IMAGEN 11.Planta Móvil.
Fuente: Plantas CIVER Brasil.

a.4) Aplicaciones del Reciclado de Pavimento Flexible

La rehabilitación y mantenimiento de la infraestructura vial buscan obtener la satisfacción de la construcción con la utilización del reciclado en frío dependiendo de las necesidades del contexto del proyecto u obra. Se tiene que definir mediante estudios previos si el material es tratado o no con aditivos o con un agente ligante, identificándose dos categorías de reciclado en frío.

Luego de definir el grupo de clasificación, cada categoría (con o sin agente ligante) esta puede ser a su vez categorizada por el tipo de tratamiento que la mezcla(material) recibe. Tenemos un sistema de clasificación primaria y secundaria es ilustrado en la imagen número 13, teniendo en cuenta la abreviación “RAP” utilizada en la imagen 113 y en otras partes este estudio, el manual se refiere a “Recyled Asphalt Pavement” (Pavimento Asfáltico Recuperado), este término utilizado en todo el mundo para el material asfáltico fresado.

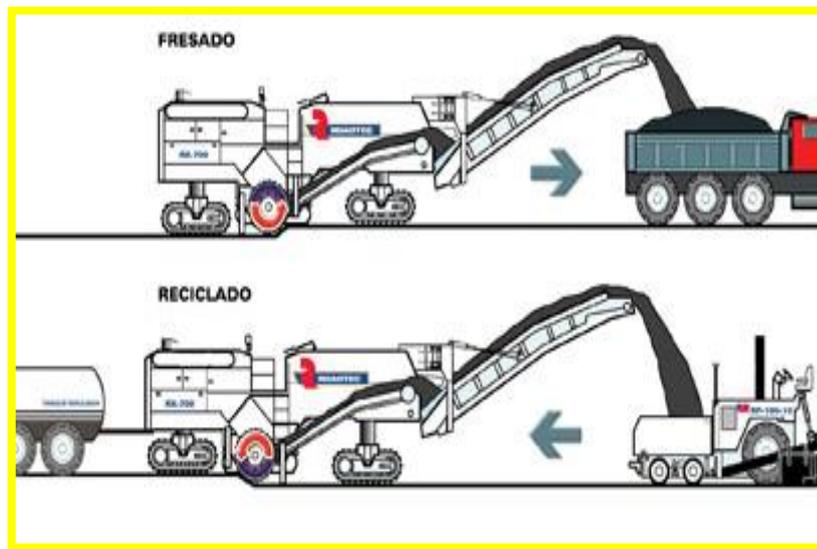


IMAGEN 12.Ciclo de Fresado de Pavimento.
Fuente: Método RAP (Pavimento Asfáltico Reciclado)

Las distintas categorías se presentan en el Esquema numero 13; 100% de reciclado con RAP, estabilización de material granular y/o RAP, modificación mecánica, recompactación y pulverización son discutidos a continuación:

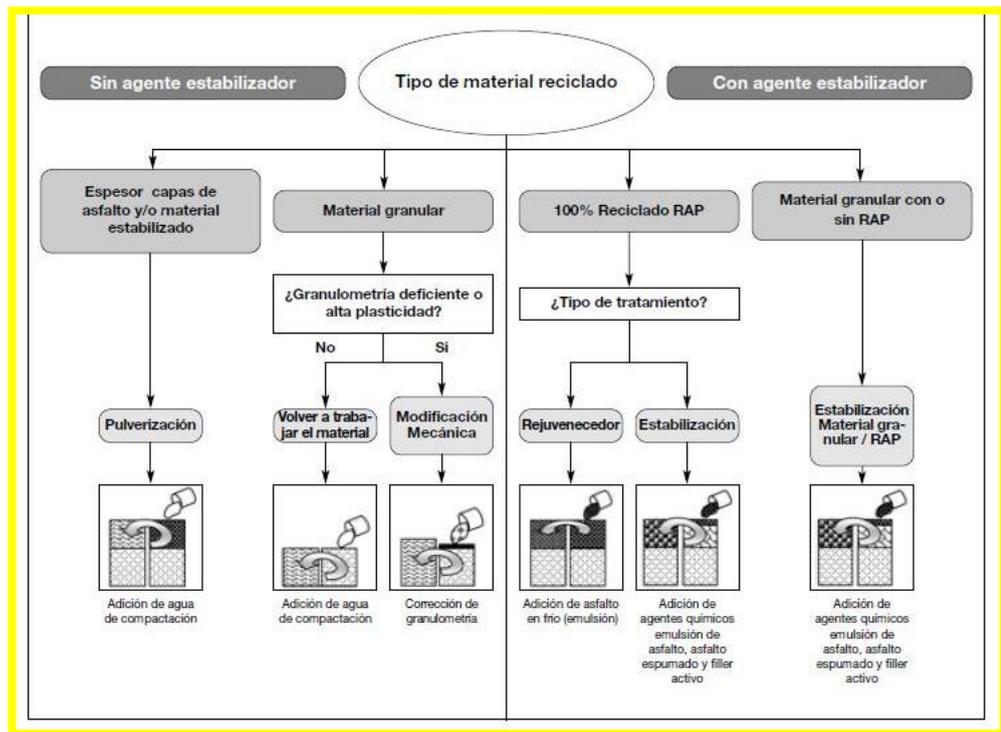


IMAGEN 13. Tipos de Material de Fresado.
Fuente: Método RAP (Pavimento Asfáltico Reciclado).

a.5) Beneficios del Reciclado

- Generalidad Estructural: El reciclado en frío produce capas de mezcla con espesores gruesos que son consideradas homogéneas y no contienen interfaces débiles con otras capas más delgadas.
- Nos otorga una alta calidad de mezclado de los materiales provenientes del fresado, el agua de compactación y los agentes estabilizadores.
- Logramos la optimización con el uso del 100% de RAP, no se necesita crear sitios de acopio temporal o final y se reduce considerablemente o total las cantidades destinadas a botaderos. Reduciendo efectos sobre el medio ambiente.
- Tiempos de construcción menores: El tipo de máquinas que se utiliza en el reciclaje en frío tiene la capacidad de obtener tasas altas de beneficio, que reducen significativamente el tiempo de construcción.

-Seguridad: Tenemos que resaltar uno de los beneficios más importantes durante el proceso de reciclado en frío, esta es la obtención de la reducción de probabilidades de accidentes. La ventaja es operacional ya que el tren de reciclado completo se acomoda al ancho de un carril de vía. Tenemos un ejemplo común una carretera con dos calzadas, el reciclado puede ser llevado a cabo a lo largo de una mitad del ancho del camino durante el día, si no existiría turno noche o horario extendido se resguardan los equipos y se continua al día siguiente completando el ancho deseado, estos trabajos se pueden realizar sin cerrar vías ni mucho menos implementando desvíos.

- Efectividad-Costo: Estos beneficios han sido expuestos con anterioridad en la presente tesis, como sabemos estos se combinan para hacer del reciclado de pavimento en frío una posibilidad atractiva para la rehabilitación en términos de costo-efectividad en pavimentos.

2.2.5. Parámetro de Diseño de Mezclas.

Los factores que contribuyen a la calidad de una mezcla en caliente son:

-Estabilidad: Es la capacidad de un pavimento asfáltico para resistir las cargas de tránsito sin que se produzcan deformaciones. Depende principalmente de la fricción interna y de la cohesión.

-Durabilidad: es la capacidad de un pavimento de resistir la desintegración debido al tránsito y al clima.

-Flexibilidad: capacidad de un pavimento asfáltico para adaptarse a los movimientos y asentamientos de la base y subrasante sin agrietarse.

-Resistencia a la fatiga: capacidad de un pavimento para resistir los esfuerzos provocados por el tránsito en repetidas pasadas.

-Resistencia al deslizamiento: Cualidad de un pavimento especialmente mojado para ofrecer resistencia al patinaje.

-Impermeabilidad: resistencia del pavimento a ser penetrado por el aire y el agua.

-Trabajabilidad: facilidad de una mezcla a colocarse y compactarse.

2.2.6. Ensayos Diseño De Mezcla.

Para este estudio se utilizó el material reciclado que se obtuvo del fresado de la mezcla asfalto flexible de la calle José Pardo Carabayllo , según los ensayos realizados y la verificación de parámetros se adicione agregados faltantes para obtener un óptimo diseño que se explica en los ensayos adjuntos en anexos.

Se tomará las recomendaciones del manual de carreteras donde nos especifican los parámetros a utilizar a continuación mostraremos los parámetros que seguimos para la elaboración del diseño:

<i>Requerimientos agregados gruesos de adición en mezclas recicladas en caliente</i>					
		Ensayo	Requerimiento según tipo de tráfico (millones de ejes equivalentes)		
			≤ 0,3	> 0,3 - 3	> 3
Desgaste de Los Angeles		MTC E 207	25% máx.	25% máx.	25% máx.
Desgaste Mikro-Deval		ASTM D 7428		25% máx.	20% máx.
10 % de finos (KN)	Seco	BS 812 Part 110			110 min.
	Relación Húmedo/seco				75% min.
Durabilidad al Sulfato de Magnesio		MTC E 209	18 % máx.	18 % máx.	18 % máx.
Partículas fracturadas mecánicamente (agregado grueso) % mínimo 1cara/2 caras		MTC E 210	75 / --	75 / 60	85 / 70
Coeficiente de resistencia la deslizamiento		ASTM E 303	0,45 min.	0,45 min.	0,45 min.
Partículas chatas y alargadas		ASTM D 4791	10% máx.	10% máx.	10% máx.

Tabla 436-02

TABLA 2..Fuente: Manual de Carreteras (Ministerio de Transporte y Comunicaciones).

Tabla 436-02

**Requerimientos agregados finos de adición
en mezclas recicladas en caliente**

	Ensayo	Requerimiento según tipo de tráfico (millones de ejes equivalentes)		
		≤ 0,3	> 0,3-3	> 3
Durabilidad (al sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	18% máx.	18% máx.
Angularidad	ASTM D 1252	40% mín.	45% mín.	45% mín.
Índice de plasticidad	MTC E 111	N.P.	N.P.	N.P.
Equivalente de arena	MTC E 114	50% mín.	50% mín.	50% mín.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.	0,5% máx.

TABLA 3..Fuente: Manual de Carreteras (Ministerio de Transporte y Comunicaciones).

En el laboratorio de ensayos de materiales se procedió realizar los siguientes ensayos Lavado de asfalto y granulometría de grava $\frac{3}{4}$ y $\frac{1}{2}$, Características de los Agregados de la Muestra siguiendo la gradación del manual de carreteras.

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

TABLA 4.Gradaciones de MAC. Fuente: Manual de Carreteras (Ministerio de Transporte y Comunicaciones).

b.1. Granulometrías.

El término granulometría corresponde a la distribución porcentual en masa de los distintos tamaños de partículas que constituyen un suelo , agregados , mezclas asfálticas o mezclas de agregados .

Para llevar a cabo este análisis, se utiliza el método descrito en el NTP 400.012 ASTM C-125. Los materiales se secan y se separan por tamizado en seco en las fracciones deseadas. En las siguientes tablas se muestra la granulometría obtenida para estos materiales.

b.2. Peso específico y Absorción de los agregados grueso y fino.

Este método se aplica a los materiales pétreos provenientes del tamizado, debidamente homogeneizados.

Se debe secar la muestra a ensayar asegurándose de la incorporación de todas las partículas más finas que la compone, Una vez realizado esto, es necesario realizar las mediciones.

En las siguientes tablas se presentan las densidades obtenidas de los materiales pétreos:

Método para determinar la densidad real, densidad neta y la absorción de agua en pétreos finos.

Se debe cubrir el pétreo en su totalidad con el mínimo de agua a temperatura ambiente, necesaria para asegurar su saturación en un periodo de 24 ± 4 h. Una vez realizado esto, es necesario realizar mediciones en distintas condiciones:

-M_{ss}: Indica la masa saturada superficialmente seca, esta se obtiene cuando al retirar el molde cónico, utilizado para este tipo de ensayo, el agregado caiga suavemente según su talud natural.

-Mm: Es la masa de la muestra en un matraz con agua hasta la marca de calibración. Es necesario eliminar la totalidad de las burbujas de aire que quedan en el agregado.

-Ms: Es la masa que se obtiene al secar la muestra. Una vez seca la muestra se debe enfriar a temperatura ambiente antes de realizar las mediciones.

-Ma: Masa del matraz con agua a temperatura ambiente hasta el punto de calibración.

b.3) Ensayo de Equivalente de arena.

Este ensayo tiene por objeto determinar la proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo, o material arcilloso, en los suelos o agregados finos. Es un procedimiento que se puede utilizar para lograr una correlación rápida en campo.

-Este ensayo produce como resultado un valor empírico de la cantidad relativa de finos y material arcilloso presente en la muestra de suelo o agregado fino.

-Puede especificarse un valor mínimo del equivalente de arena, para limitar la cantidad permisible de finos arcillosos en un agregado.

-Este método de ensayo permite determinar rápidamente, en el campo, variaciones de calidad de los materiales que se estén produciendo o utilizando.

Resumen del método. -A un volumen determinado de suelo o agregado fino se le adiciona una pequeña cantidad de solución floculante, mezclándolos en un cilindro de plástico graduado y agitándolos para que las partículas de arena pierdan la cobertura arcillosa. La muestra es entonces "irrigada", usando una cantidad adicional de solución floculante, para forzar el material arcilloso a quedar en suspensión encima de la arena.

Después de un período de sedimentación, se determinan las alturas de la arcilla floculada y de la arena en el cilindro. El "equivalente de arena" es la relación entre la altura de arena y la altura de arcilla, expresada en porcentaje.

b.4) Ensayo de Partículas chatas y alargadas.

Este método establece el procedimiento para determinar el contenido porcentual de partículas chancadas, rodadas y lajeadas de la fracción de una pétreo retenida en el tamiz de 5 mm.

Para realizar el ensayo, se toma una muestra representativa del material retenido en el tamiz de 5 mm. Luego se determina la masa de chancado, rodado y laja. Finalmente se calcula el porcentaje de cada una de estas fracciones presentes en la muestra.

b.5) Ensayo Marshall.

El ensayo marshall para mezclas asfálticas para pavimentación puede emplearse para proyecto en laboratorio y comprobación en obra de las mezclas que contienen betún asfáltico y áridos cuyo tamaño máximo no exceda 1". Las principales características del ensayo son el análisis densidad – huecos y los ensayos de estabilidad y fluencia sobre probetas de mezcla compactada.

Se preparan probetas de 2 ½" (6.35 cm.) de espesor y 4" (10 cm.) de diámetro, mediante procedimientos específicos de calentamiento, mezclado y compactación (Moldeo MAC ASTM-D3515). Se determina la densidad y huecos de la probeta compactada, que a continuación se calienta a 60 °C para la realización de los ensayos marshall de estabilidad y fluencia. La probeta se coloca entre unas mordazas especiales indicadas en la figura 5.1. y se carga imponiéndole una deformación de 5 cm./min. La carga máxima registrada durante el ensayo, en libras, se designa como estabilidad Marshall de la probeta. La deformación producida desde el principio de la aplicación de la carga hasta que ésta ha alcanzado su valor máximo es la fluencia de la probeta, que suele expresarse en centésimas

de pulgada. Se prepara una serie de probetas con contenido de asfalto variables por encima y por debajo del óptimo estimado, ensayándolas por el procedimiento que acabo de describir. Usualmente se preparan 3 probetas por cada contenido de asfalto.

Los datos obtenidos se emplean para establecer el contenido de asfalto óptimo de la mezcla y para determinar alguna de sus características físicas.

b.6) Ensayo Marshall de estabilidad y fluencia. (Instituto del Asfalto, Manual del Asfalto).

Después de obtenido el Peso Específico Bulk de la mezcla compactada, se procede a la ejecución de los ensayos de estabilidad y fluencia, de la siguiente manera:

- a. Calibrar el cero del flujómetro, previamente montado sobre uno de los guidores, y luego de insertar la mordaza de 4" debajo del pivote.
- b. Sumergir la briqueta en baño de agua a 60 °C (140 °F), durante 30 a 40 minutos.
- c. Limpiar las guías y la superficie interior del anillo de prueba y lubricar las guías para garantizar que el segmento superior del anillo se deslice libremente sobre ellas. La temperatura de la mordaza debe mantenerse a una temperatura de 21 a 37,8 °C (70 a 100 °F), utilizando el baño de agua, si fuese necesario.
- d. Se saca la muestra del baño de agua, se coloca en la parte inferior de la mordaza, luego se inserta la parte superior de la misma. Se centra el conjunto en el dispositivo de carga y se coloca el medidor de flujo sobre el guidor superior de la mordaza.
- e. Aplicar la carga de ensayo a la muestra a una velocidad de deformación constante de 51 mm/min (2 pulg/min), hasta que ocurra la falla. El punto de falla se define como la carga máxima obtenida en el ensayo. El número tal de kgf necesario para producir la falla de la muestra se define como el valor

de la estabilidad Marshall. La deformación vertical del espécimen producida por la carga, es el valor del Flujo (fluencia).

f. Durante el ensayo de estabilidad, sujétese firmemente el medidor de flujo en su posición sobre el guiador, y retírese en el instante mismo que la carga empieza a decrecer, se anota el valor de flujo en unidades de 0,25 mm (0.01”). Por ejemplo, si la muestra se deforma 3,8 mm (0,15”), su fluencia será 15.

g. Se promedian los valores de estabilidad y flujo para todas las muestras con cada contenido de ligante.

Las pruebas de estabilidad y fluencia, a partir de la extracción de los núcleos del baño, no deben durar un tiempo mayor a 30 segundos.

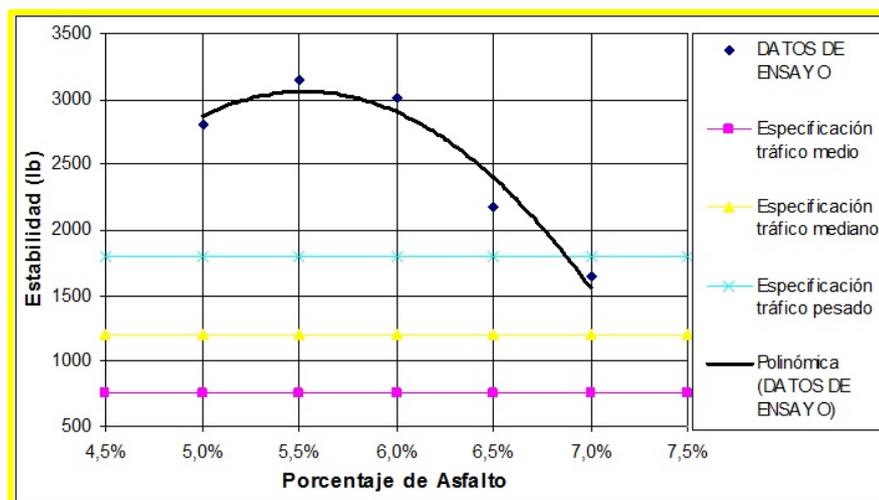


TABLA 5. Relación Estabilidad- Porcentaje Asfalto Fuente: Ensayos de Asfalto 2018-Chile.

b.7) Parámetros Marshall.

Para esta investigación se utilizó El método Marshal

A fin de determinar un método de laboratorio para la compactación de los cuerpos sometidos a prueba y para un criterio de seguridad de las propiedades de ciertas mezclas con este ensayo de Marshall, fue necesario construir gran número de pistas experimentales, donde se variaban el porcentaje de asfalto y la granulometría de los agregados. De dicho análisis el Cuerpo de Ingenieros de los EE. UU. estableció el siguiente criterio, basado en los resultados obtenidos con el Ensayo Marshall:

La utilización de este criterio se limita solo a las mezclas asfálticas, utilizándose cementos asfálticos de penetración usual, y contenido de agregados con diámetro máximo de una pulgada (2,54 cm.) o menos.

Se estableció que para que haya equilibrio entre la estabilidad y la durabilidad los vacíos ocupados por aire en la mezcla total se limitan entre un 3% y 5%.

El equipo necesario consta de:

- Una máquina para la aplicación de la carga vertical, diseñada especialmente para esta prueba, cuya capacidad es de 2724 Kg. (6000 Lb.).
- Moldes para la preparación de muestras de 10 cm. (4") de diámetro interior. Cada molde tiene una base metálica y se halla dividida en dos secciones; la sección inferior tiene 7,5 centímetros (3") de altura, y la superior 6,35 cm. (2 1/2").
- Un sujetador de molde para facilitar la compactación de la mezcla.
- Un martillo o pisón de base circular con 9,8 cm. (3 7/8") de diámetro, 4,5 Kg. (10 Lb.) de peso y 46 cm. (18") de caída libre.

- Un dispositivo para las pruebas de estabilidad, especialmente diseñado, y formado por dos segmentos semicirculares cuyo diámetro interior mide 5 cm. (2”).

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

TABLA 6.Fuente Manual de Carreteras (Ministerio de Transporte y Comunicaciones).

b.8) Calculo de la Densidad

En este ensayo existen 2 métodos diferentes, el método A “Probetas Cubiertas con Parafina” y el método B “Probetas con Superficie Saturada Seca”

$$\%de\ vacíos = 100 \left[1 - \frac{Gravedad\ específica\ bulk}{Gravedad\ específica\ teórica\ máxima} \right]$$

25.Formula % de Vacíos.
Fuente Propia.

b.9) Porcentaje de Vacíos.

En este análisis se debe calcular la cantidad de vacío en la mezcla compactada (V_a) y el porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VAM).

b.10) Determinación del Contenido Óptimo de asfalto.

Se determina el contenido óptimo de asfalto de la mezcla considerando la densidad, estabilidad y % vacíos en la mezcla, de dichos cálculos se determinan los porcentajes de asfalto (P_b) que entregan:

-Máxima estabilidad (P_{b1}).

-Máxima densidad (P_{b2}).

-Contenido de asfalto para un 5% de vacíos (P_{b3}).

El contenido óptimo de asfalto se calcula como la medida aritmética de los tres valores obtenidos, es decir:

$$P_b \text{ optimo} = P_{b1} + P_{b2} + P_{b3}$$

Finalmente se debe verificar que el contenido óptimo de asfalto obtenido, con una tolerancia de $\pm 0,3$ puntos porcentuales, cumpla con todos los requisitos de calidad exigidos a la mezcla.

Procedencia: Petroperú

Es necesario respetar los valores de la carta de viscosidad del lote de PEN que se compra donde se nos da la máxima temperatura de mezcla del asfalto y su temperatura de compactación en mezcla.

Temperatura de mezclado probetas : $150^\circ \text{ C} \pm 3^\circ \text{ C}$

Temperatura de compactación probetas : $141^\circ \text{ C} \pm 3^\circ \text{ C}$

Óptimo por estabilidad: 5.5 (%)

Óptimo por densidad: 5.6 (%)

Óptimo para 5 % vacíos: 5.4 (%)

Óptimo a usar: 5.8 ± 0.3 (%)

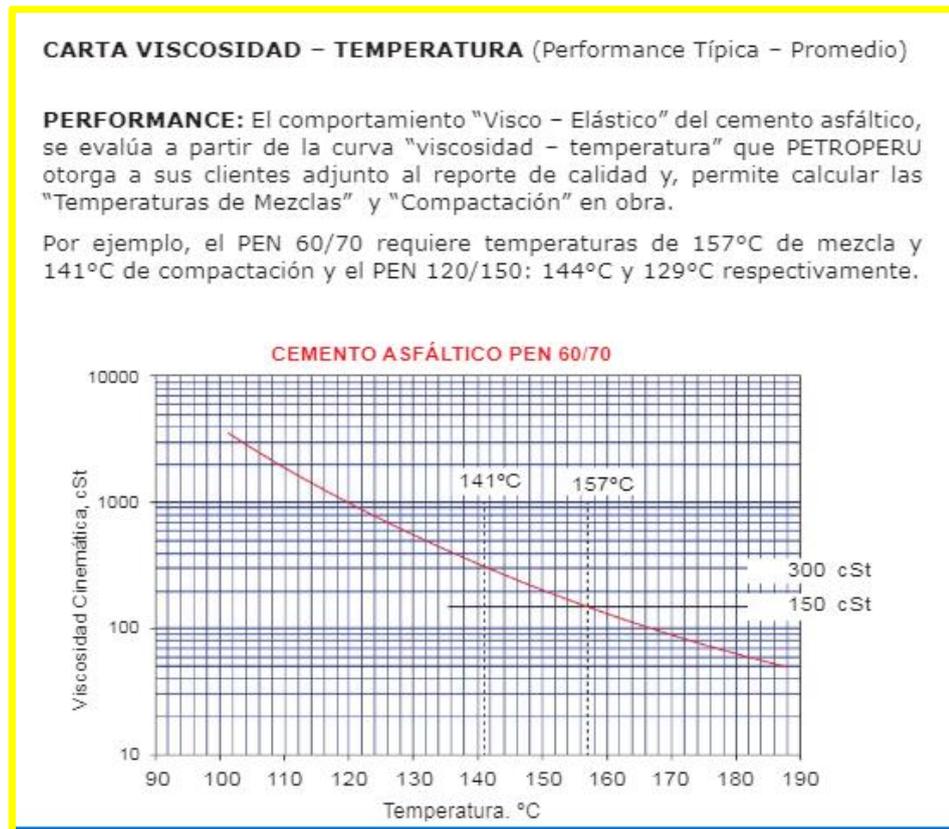


Ilustración 1. Carta de Viscosidad. Fuente: PETROPERU

Los ensayos de lavado asfáltico de diseño de mezcla se realizaron 4 los cuales se adjunta en Anexos.

b.11) Ensayo de Compresión.

Los moldes deberán ser de metal u otro material resistente, de superficies interiores lisas, libres de saltaduras, hendiduras o resaltes. Las superficies de los moldes que entran en contacto con el asfalto se untarán con una delgada película que prevenga la adherencia y no reaccione con los componentes del asfalto.

Para efectuar el ensaye se limpiarán las superficies de contacto de las placas de carga y de la probeta y colocar la probeta en la máquina de ensayo alineada y centrada. Se acerca la placa superior de la máquina de ensayo y asentarla sobre la probeta de modo de obtener un apoyo lo más uniforme posible, luego se aplica la carga en forma continua y sin choques a velocidad uniforme.

b.12) Ensayo de Índice de Rigidez

Las mezclas asfálticas con RAP (pavimento asfáltico reciclado) tienen muchas ventajas relacionadas a la reutilización de este material. Pero sin el adecuado tratamiento, estas mezclas tienen asociados problemas de durabilidad debido a la pérdida de propiedades que sufre este material con el paso del tiempo.

Existen numerosos ensayos que permiten aproximarse a la valoración modular de las mezclas asfálticas como así también diferente marco normativo. El módulo de rigidez es el valor absoluto del Módulo complejo que define las propiedades elásticas de un material de viscosidad lineal sometido a una carga sinusoidal. Los valores del módulo dinámico pueden emplearse tanto para el diseño de la mezcla asfáltica para pavimento, como para el diseño del espesor de la capa de pavimento asfáltico. El método de ensayo que permite su determinación (ASTM D3496 y D3497, AASTHO TP 62) cubre procedimientos para preparar y ensayar. Este ensayo puede ser con carga uniaxial o triaxial de compresión o tensión.

b.13) Disminución en el costo de eliminación de material fresado

Con respecto a la disminución del costo de transporte de eliminación de material existente, lo cual siempre representa un monto importante; en este estudio se plantea acopiar el material fresado en la propia instalación de la planta de asfalto que va proveer la mezcla asfáltica, al no utilizar botaderos

y acopiar el material fresado este se convierte en la materia prima que va influir directamente en el costo de producción de la mezcla asfáltica.

COSTO DE TRANSPORTE VS COSTO DE MEZCLA CONVENCIONAL Y RECICLADA				
	COSTO POR M3-SOLES	PORCENTAJE DE RECUPERACION EN MEZCLA-%	M3 DE MEZCLA ASFALTICA	IMPACTO ECONOMICO
ELIMINACION BOTADERO - M3(13Km A 15 Km)	S/16	0%	S/350.00	135.5
ACOPIO EN PLANTA DE ASFALTO-M3(13Km A 15Km)	S/16	90%	S/214.50	

Tabla 7.Costo de Transporte. Fuente: Propia.

b.16) Disminución en el costo de consumo de insumos

Para probar la hipótesis planteada en el presente estudio, se realizó dos cuadros comparativos de los procesos que se plantean, uno de ellos el asfalto convencional y el otro asfalto reciclado en estos cuadros se aprecian los costos por m3 de material en bruto , como también los precios por m3 del producto final mezcla asfáltica ,estos costos son en planta no contempla los costos de transporte a obra ni el colocado en pista ,es asi que este estudio terminando que hay una significativa disminución de costos en asalto reciclado, continuación los cuadros:

COSTO M3 MEZCLA ASFALTICA CONVENCIONAL				
INSUMOS	UNID	COSTO-SOLES	COSTO NETO M3-SOLES	M3 ASFALTO
ARENA	M3	35	17	S/350.00
Piedra ½	M3	32	9	
Piedra 3/8	M3	35	8	
PEN 60/70	GL	6	156	
ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA	GL	7	21	
GASTOS GENERALES	UND	100	100	
UTILIDAD M3			39	

Tabla 8.Costo de Mezcla Asfáltica convencional. Fuente: Propia.

COSTO M3 ASFALTICA RECICLADO				
INSUMOS	UNID	COSTO-SOLES	COSTO NETO M3-SOLES	M3 ASFALTO
ARENA	M3	35	3.5	S/214.50
Piedra ½	M3	32	2.5	
Piedra 3/8	M3	35	2.5	
FRESADO	M3	6	6	
PEN 60/70	GL	6	40	
ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA	GL	7	21	
GASTOS GENERALES	UND	100	100	
UTILIDAD M3			39	

Tabla 9.Costo de Mezcla asfáltica reciclada. Fuente: Propia.

b.21) Transporte de Material Fresado - Acopio Planta

Para el acopio de fresado de pavimento flexible es necesario tener en cuenta cuantos m3 se van a reciclar y cuantos, a eliminar, posterior a ello saber el tamaño del espacio acopio para determinar el destino final nuestro fresado , nuestro estudio recomienda que sea en la misma planta de producción de mezcla asfáltica o un punto cercano para no incrementar costos de manera innecesaria al costo final de mezcla asfáltica, en nuestro estudio los valores de costo de reciclaje como de eliminación son los mismo ,pero la diferencia es que en reciclado disminuiríamos los costos de producción final de la mezcla asfáltica , continuación un cuadro de costos.

	COSTO DE TRANSPORTE		
	COSTO POR M3-SOLES	COSTO POR 15M3	PORCENTAJE DE RECICLAJE
ELIMINACION BOTADERO - M3(13Km A 15 Km)	S/16	S/240	0%
ACOPIO EN PLANTA DE ASFALTO-M3(13Km A 15Km)	S/16	S/240	90%

Tabla 10.Costo de Transporte. Fuente: Propia.

2.3. Definición de Términos

Pavimento. - Se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son las siguientes: anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, edemas de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aun en condiciones húmedas.

Asfalto. - El asfalto es una mezcla sólida y compacta de hidrocarburos y de minerales que mayormente es empleada para construir el pavimento de las calzadas.

Diseño de asfalto. -Es una mezcla asfáltica en caliente de pavimentación, el asfalto y el agregado son combinados en proporciones exactas: Las proporciones relativas de estos materiales determinan las propiedades físicas de la mezcla y, eventualmente, el desempeño de la misma como pavimento terminado.

Asfalto Reciclado. - El asfalto reciclado es eso mismo, secciones de asfalto que están envejecidas y cuya vida útil ha terminado. Mediante el proceso de reciclaje, este material pasa a tener un nuevo uso empleando sus mismos componentes.

Pavimento flexible. - Es un pavimento flexible cuando se utiliza una mezcla de asfalto en caliente, para ser la ultima capa de rodamiento incluyendo todas las capas que conforman la estructura.

Trabajabilidad. - Es la facilidad que tiene una mezcla para ser colocada y compactada. Está relacionado con el tipo y porcentaje de agregado, además de la temperatura de mezclado y compactación.

Método Marshall. -Este método es aplicable sólo a mezclas en caliente con cementos asfálticos que contengan agregados con tamaño máximo igual o inferior a 25 mm. Este método puede usarse tanto para el diseño en Laboratorio como en el control en campo .

Fresado. - El fresado es una técnica fundamental en la rehabilitación de pavimentos asfálticos deteriorados, es posible levantar las partes defectuosas del pavimento sin afectar a las que estén en buen estado.

Mc-30.- El Asfalto Líquido MC-30 es una mezcla multicomponente de hidrocarburos derivados del petróleo, formulado a partir de un asfalto y un destilado medio de petróleo, que es usado como disolvente. Se utiliza como capa imprimante antes de colocar la carpeta asfáltica, funciona como un adherente entre base granular y el pavimento nuevo a colocarse.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Con el Diseño de Pavimento con Mezcla Reciclada se reutilizará la carpeta asfáltica y se optimizaran costos.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- a) Los resultados del Diseño de Pavimento con Mezcla Reciclada cumplen con las normas del MTC.
- b) Los efectos que se producen en las propiedades físicas-mecánicas del Diseño de Pavimento con Mezcla Reciclada se contrastan con el índice de rigidez.
- c) El impacto económico del Diseño de Pavimento con Mezcla reciclada se traducen en reducción de costos.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de variables

Variable independiente (x):

- Diseño de Pavimento con Mezcla Reciclada.

Diseño de Pavimento. - Es importante considerar en el diseño de una mezcla la trabajabilidad e impermeabilidad. Una mezcla deberá ser totalmente impermeable para no permitir el paso del agua hacia las capas inferiores y de esta forma evitar la pérdida de capacidad de soporte.

Mezcla Reciclada. - Es la combinación de los materiales que componen el pavimento: agregado, asfaltos aditivos en latas temperaturas según la carta de viscosidad.

Variable dependiente (y):

-Reutilización de materiales y reducción de costos.

Reutilización de Materiales. -Es el material que se extrae de la eliminación del pavimento antiguo que ya cumplió su ciclo de vida, que luego servirá de componente del nuevo asfalto en proporciones que indique el diseño de mezcla.

Reducción de Costos. - El método más rápido para disminuir los costos de producto de la etapa de post-producción es reducir la cantidad que usted paga por sus piezas. Esto se realiza normalmente a través de la negociación o del abastecimiento a través de un proveedor diferente.

2.5.2. Definición operacional de la variable

Variable independiente (x):

- Diseño de Mezcla Asfáltica Reciclada. Esta variable siempre será constante porque están establecidos en valores y ensayos normados por MTC que nos brindan procedimientos que utilizaremos en esta investigación.

Variable dependiente (y):

-Reutilización de materiales y reducción de costos. En este caso la reutilización siempre dependerá de la variable dependiente ya que estará en función de los costos y la proporción de material reciclado que entrara en la mezcla asfáltica, nuestra investigación se realizarán varias pruebas para saber la dosificación y cantidad de materiales que van formar parte del nuevo pavimento y siempre estarán en función de la variable independiente.

2.5.3. Operacionalización de la variable

Variable	Dimensión	Indicadores
Variable independiente(x).- Diseño de Mezcla Reciclada.	-Ensayos de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> -Granulometría. -Porcentaje de Asfalto. -Ensayo de chatas y alargadas -Equivalente de arena -Ensayos de caras fracturadas
Variable dependiente (y).- Reutilización de materiales y reducción de costos.	<ul style="list-style-type: none"> -Verificación de Parámetros - Dosificación del diseño de mezcla. -Comparación de costos 	<ul style="list-style-type: none"> -Normas EG-2013 para diseño de Mezcla asfáltica reciclada. -Ensayos de diseño de mezcla cumpliendo Parámetros EG-2013. -Comparación de costos en diseño de mezcla convencional y diseño de mezcla reciclado.

CAPITULO III METODOLOGIA

3.1. Método Investigación

El método general de investigación que se utilizó fue el científico, y como método específico se utilizó el analítico – sintético .

3.2 Tipo de investigación

La presente investigación fue aplicada, porque utilizara los conocimientos teóricos en la solución de problemas prácticos de la realidad.

3.3. Nivel de Investigación

Esta investigación es de nivel descriptivo - explicativo, porque describen los hechos reales insitu, además se establecen la relación causal entre las variables del estudio.

3.4. Diseño de la Investigación

El diseño del presente estudio es experimental, ya que se realizaron diferentes ensayos dentro de las normas técnicas peruanas para lograr obtener el diseño de pavimento con mezcla reciclada .

3.5. Población Y Muestra

3.5.1 Población

La población está constituida por todas las vías de distrito de Carabayllo , donde se extrajeron las muestras de fresado para realizar el presente estudio en un laboratorio.

3.5.2. Muestra

El tipo de muestreo es el no aleatorio, dirigido o intencional y que para efectos de esta investigación se seleccionó la Av. José Pardo distrito de Carabayllo , de donde se extrajeron las muestras de pavimento reciclado para analizarlos en el laboratorio, buscando la mejor combinación.

3.6. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

En primer lugar, se tiene en cuenta el análisis documental, donde se considerará los tipos de diseño de mezcla asfáltica que estarían en relación con el Diseño de Pavimento con Mezcla Reciclada para Reutilizarlos y Optimizar Costos, luego procedemos a revisarlos y seleccionarlos si son posibles de aplicarse en nuestro contexto; que nos servirán para estructurar el marco teórico referencial y conceptual de la presente investigación.

Elección de cantera y Laboratorio para obtener las propiedades mecánicas:

- Cantera: "Gloria"
- Ubicación: Km 17.6 Lurigancho Chosica
- Laboratorio: Constructora KAPALA S.A.

3.7. Procesamiento de la Información

Para la elaboración y procesamiento de información se utilizarán las normas NTP, ASTM, AASHTON, Manual de carretas del MTC, además el uso de los softwares aplicativos como Microsof Excel respectivamente; donde se considerará:

-Las dosificaciones del - Diseño de Pavimento con Mezcla Asfáltica Reciclada para Reutilizarlos y Optimizar Costos con diferentes proporciones de PEN, y proporciones de los agregados según condiciones que se presenten en los ensayos.

3.8. Técnica y Análisis de Datos

El presente estudio se efectuó haciendo uso de programas como el Microsoft Excel para registrar datos, formulas técnicas dadas por el Manual de Carreteras EG-2013 y La Asociación Americana de Oficiales de Carretera Estatales y Transportes AASHTO, tanto para el diseño como también para los ensayos de los materiales que compone la mezcla asfáltica y posteriormente su análisis de Costos.

En relación al diseño de mezcla se procedió a realizar los lavados asfálticos respectivos antes de iniciar el proceso de diseño de mezcla donde se obtuvo el siguiente cuadro resumen:

<i>LAVADO ASFALTICO FRESADO (MAT.RECICLADO)</i>		
<i>CODIGOS</i>	<i>PORCENTAJE DE ASFALTO</i>	<i>PROMEDIO DE LAVADOS</i>
<i>CVL-LAB-EXT-0175</i>	<i>5.58</i>	<i>5.59</i>
<i>CVL-LAB-EXT-0176</i>	<i>5.59</i>	
<i>CVL-LAB-EXT-0177</i>	<i>5.61</i>	
<i>CVL-LAB-EXT-0178</i>	<i>5.58</i>	
<i>CVL-LAB-EXT-0179</i>	<i>5.61</i>	

Tabla 11.Lavados Asfálticos. Fuente: Propia

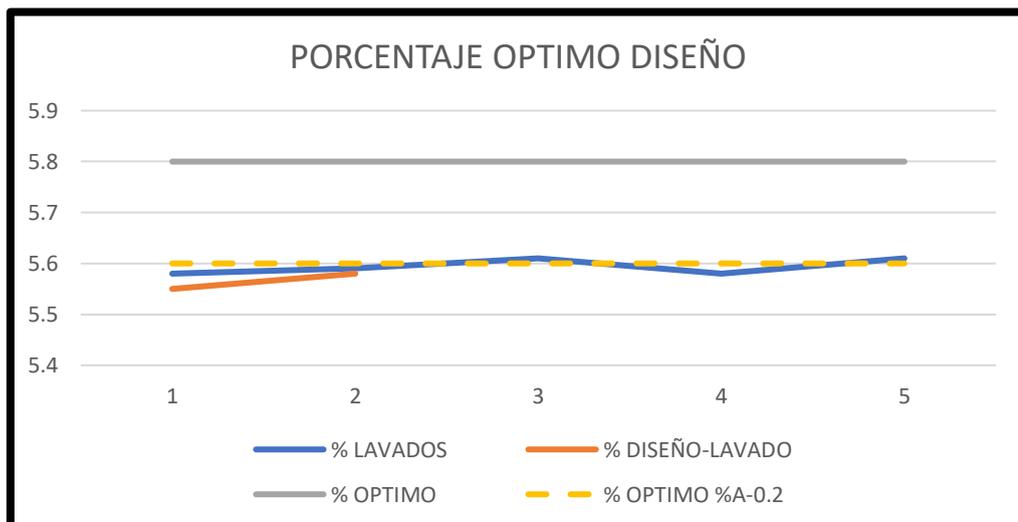


Tabla 12.Comparacion de Porcentajes de Asfalto. Fuente: Propia

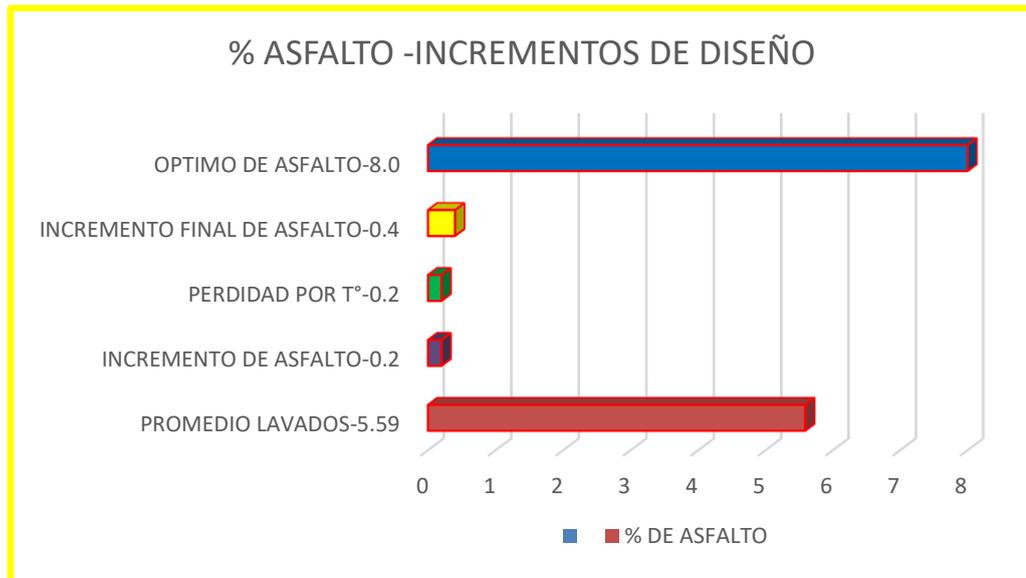


Tabla 13. Incremento de Asfalto. Fuente: Propia.

Seguidamente se procedió a la verificación de los parámetros de diseño, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

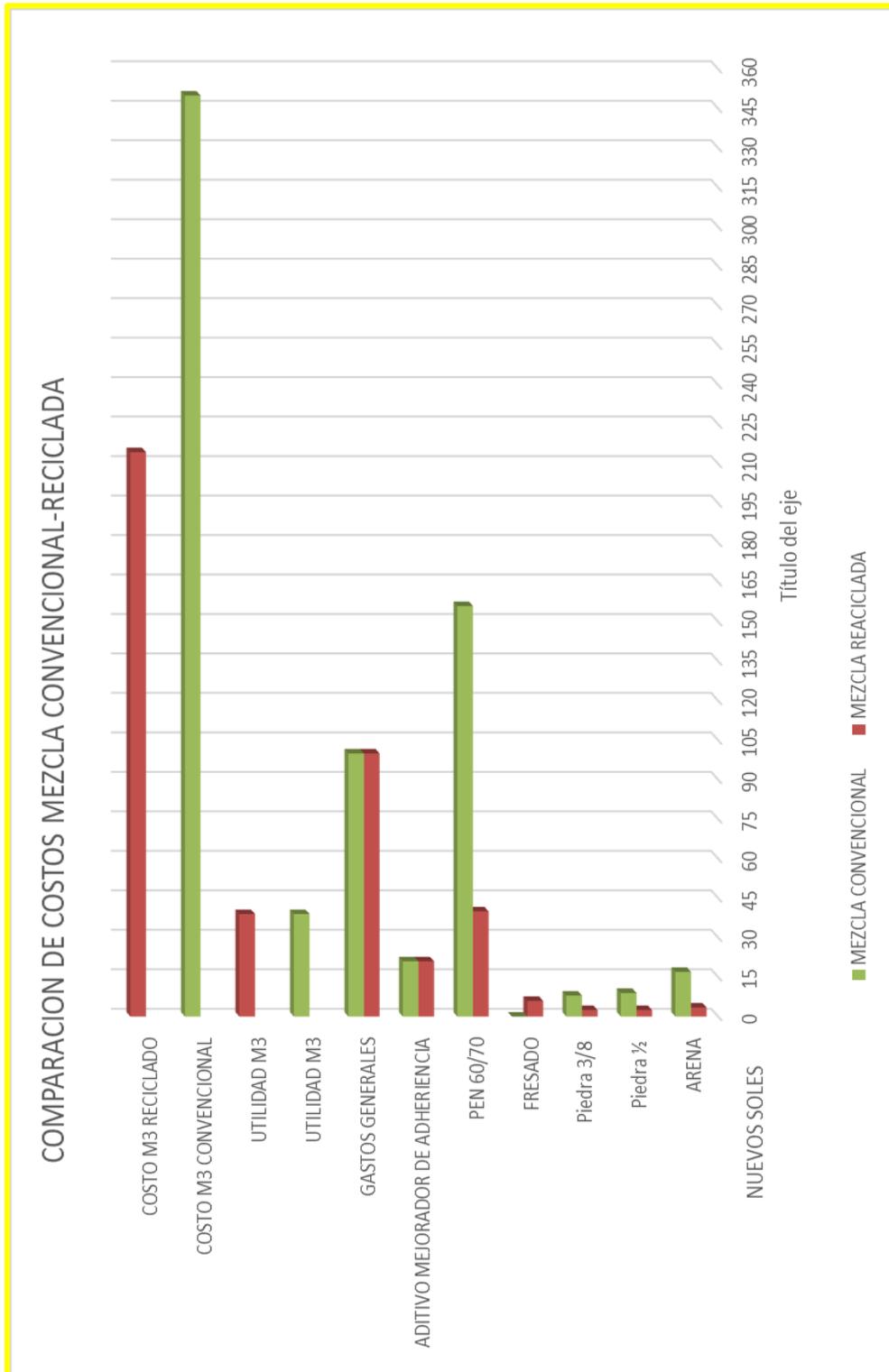
REQU. TIPO DE TRAFICO <= 0.3 MILLONES DE EJES EQUIVALENTES					
ENSAYOS	NTP/ASTM	CODIGO	VALORES	EG-2013	CUMPLE
<i>Desgaste de los Angeles</i>	<i>MTC E 207</i>	<i>CVL-LAB-EXT-0210</i>	<i>16.7%</i>	<i>25% MAX.</i>	<i>SI</i>
<i>Durabilidad al Sulfato de Magnesio</i>	<i>MTC E 209</i>	<i>CVL-LAB-EXT-0211</i>	<i>18.2%</i>	<i>18%MAX.</i>	<i>SI-minina restricción</i>
<i>Partículas fracturadas mecánicamente (agregado grueso) %mínimo 1cara/2caras</i>	<i>MTC E210</i>	<i>CVL-LAB-EXT-0212</i>	<i>72%</i>	<i>75/-%</i>	<i>NO</i>
<i>Partículas chatas y alargadas</i>	<i>ASTM D 4791</i>	<i>CVL-LAB-EXT-0213</i>	<i>9%</i>	<i>10%MAX.</i>	<i>SI</i>
<i>Coefficiente de resistencia al deslizamiento</i>	<i>ASTM E303</i>	-	-	<i>0.45 min.</i>	<i>NO SE EJECUTO</i>

Tabla 14. Ensayos Agregado grueso. Fuente: Propia.

REQU. TIPO DE TRAFICO <= 0.3 MILLONES DE EJES EQUIVALENTES					
ENSAYOS	NTP/ASTM	CODIGO	VALORES	EG-2013	CUMPLE
<i>Durabilidad al Sulfato de Magnesio</i>	<i>MTC E 209</i>	<i>CVL-LAB-EXT-0214</i>	<i>10.7%</i>	<i>18% MAX.</i>	<i>SI</i>
<i>Angularidad</i>	<i>ASTM D1252</i>	<i>CVL-LAB-EXT-0215</i>	<i>42.4%</i>	<i>40%MIN.</i>	<i>SI</i>
<i>Índice de plasticidad</i>	<i>MTC E 111</i>	<i>CVL-LAB-EXT-0216</i>	<i>NP</i>	<i>NP</i>	<i>SI</i>
<i>Equivalente de arena</i>	<i>MTC E 114</i>	<i>CVL-LAB-EXT-0217</i>	<i>60%</i>	<i>50%MIN.</i>	<i>SI</i>
<i>Sales Solubles Totales</i>	<i>MTC E 219</i>	<i>CVL-LAB-EXT-0218</i>	<i>0.0747</i>	<i>0.5 MAX.</i>	<i>SI</i>

Tabla 15. Ensayos Agregado Fino. Fuente: Propia.

Finalizando se hizo un comparativo de costos:



CAPITULO IV RESULTADOS

Para lograr el diseño de mezcla se realizaron los ensayos de laboratorio respectivos conformes a las Normas Peruanas y el Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones EG-2013, estos ensayos se realizaron en el laboratorio de la empresa KAPALA.

4.1. Granulometría

Estos ensayos se realizaron con la finalidad de verificar la gradación del material fresado, también se verifico la gradación de la piedra y material fino que se adicionara al diseño final de la mezcla, en la tabla N° 17 se resumen las granulometrías del fresado estos ensayos se adjunta en Anexos en capítulo de ensayos de laboratorio caracterización de materiales .

+	% QUE PASA								CODIGOS
	3/4 "	1/2 "	3/8 "	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200	
Límites establecidos MAC-2	100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8	
LAVADO-1	100	97.7	82.2	63.2	46.3	17.2	7.8	0.9	CVL-LAB-EXT-0175
LAVADO-2	100	92.5	83.3	64.7	45.5	18.1	8.5	1.0	CVL-LAB-EXT-0176
LAVADO-3	100	92.4	82.8	64.3	45.2	17.6	8.1	1.3	CVL-LAB-EXT-0177
LAVADO-4	100	92.1	82.6	63.6	45.6	18.0	8.7	1.2	CVL-LAB-EXT-0178
LAVADO-5	100	91.9	82.6	64.1	45.4	18.2	9.1	1.7	CVL-LAB-EXT-0179

Tabla 16. Resumen de Granulometrías de Fresado. Fuente: Propia.

Como se observa el promedio de granulometrías se observa que en la malla N°200 se está saliendo del parámetro la gradación MAC-2 esto significa la

que el material fresado perdió finos, pegándose en el límite inferior convirtiendo a nuestra gruesa en finos.

De acuerdo al análisis granulométrico de la grava y el material fino que se observan en tabla N°17, N° 18, estos ensayos se adjuntan en Anexos en el capítulo de ensayos de laboratorio caracterización de parámetros en las páginas 96 ,97 con estos valores realizaremos la mezcla para lograr la gradación MAC-2 y encajar a sus parámetros de diseño.

CANTERA : CANTERA GLORIA						
MUESTRA : PIEDRA < 3/4" CHANCADA						
Tamiz	Abert	Peso Ret	% Ret.	% Ret	% Pasa	Espec.
DESCRIPCION DE LA MUESTRA						
						Tamaño Maximo : 3/4"
4"	101.6					Peso Humedo (grs) : 1540.0 Peso seco : 1540.0
3"	76.2					Humedad Nat. (%) : 0.00 NORMA ASTM D2216 , MTC E108
2 1/2"	63.0					Peso Fraccion (grs) : 1540.0
2"	50.0					Peso Lavado (grs) : 1538.0
1 1/2"	37.5					Peso < 200(grs) : 2.0
1"	25.0				100.0	% pasa < 200 : 0.1 NORMA ASTM C117, AASHTO T11
3/4"	19.0	0.0	0.0	0.0	100.0	MTC E202
1/2"	12.5	175.0	11.4	11.4	88.6	
3/8"	9.50	557.0	36.2	47.5	52.5	
1/4"	6.30	566.0	36.8	84.3	15.7	
# 4	4.75	177.0	11.5	95.8	4.2	OBSERVACIONES
# 8	2.36	55.0	3.6	99.4	0.6	
# 10	2.00	4.0	0.3	99.6	0.4	
# 16	1.18	0.0	0.0	99.6	0.4	
# 30	0.600	0.0	0.0	99.6	0.4	
# 40	0.425	0.0	0.0	99.6	0.4	
# 50	0.300	0.0	0.0	99.6	0.4	
# 80	0.180	0.0	0.0	99.6	0.4	
# 100	0.150	0.0	0.0	99.6	0.4	
# 200	0.075	4.0	0.3	99.9	0.1	
< # 200		2.0	0.1	100.0		

Tabla 17.Granulometría de Piedra 3/4. Fuente: Propia.

MUESTRA : ARENA < 3/8" CHANCADA-ZARANDEADA						
Tamiz	Abert	Peso Ret	% Ret.	% Ret	% Pasa	Espec.
DESCRIPCION DE LA MUESTRA						
						Tamaño Maximo : 1/4"
4"	101.6					Peso Humedo (grs) : 1450.0 Peso seco : 1450.0
3"	76.2					Humedad Nat. (%) : 0.00 NORMA ASTM D2216 , MTC E108
2 1/2"	63.0					Peso Fraccion (grs) : 1450.0
2"	50.0					Peso Lavado (grs) : 1336.0
1 1/2"	37.5					Peso < 200(grs) : 114.0
1"	25.0					% pasa < 200 : 7.9 NORMA ASTM C117, AASHTO T11
3/4"	19.0					MTC E202
1/2"	12.5					
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100	
1/4"	6.30	0.0	0.0	0.0	100.0	
# 4	4.75	48.2	3.3	3.3	96.7	OBSERVACIONES
# 8	2.36	326.0	22.5	25.8	74.2	Curva granulometrica obtenida despues de pasar el material por el secador de aridos
# 10	2.00	56.0	3.9	29.7	70.3	
# 16	1.18	218.0	15.0	44.7	55.3	
# 30	0.600	196.0	13.5	58.2	41.8	
# 40	0.425	70.2	4.8	63.1	36.9	
# 50	0.300	98.3	6.8	69.8	30.2	
# 80	0.180	130.0	9.0	78.8	21.2	
# 100	0.150	90.1	6.2	85.0	15.0	
# 200	0.075	103.0	7.1	92.1	7.9	
< # 200		114.0	7.9	100.0		

Tabla 18.Granulometria de Arena. Fuente: Propia.

4.2. Combinación de Material Fresado, Arena chancada y Piedra chancada.

Para poder combinar nuestros agregados se utilizó el programa Microsoft Excel donde se creó una hoja de cálculo que combina los materiales por tandas y porcentajes en el siguiente cuadro podemos observar que en la tolva-1 le corresponde al material fresado , tolva- 2 a arena chancada y finalmente la tolva- 3 a la piedra chancada ,donde se consiguió la proporción final de 85% de fresado 10% de agregado fino y 5% de piedra esta combinación encaja en los parámetros del diseño de mezcla MAC-2 esto se observa en la tabla N° 19 , este ensayo se adjunta en Anexos en el capítulo de ensayos de laboratorio en la pagina 98.

DATOS DE LA MUESTRA									
CANTERA	SAN MARTIN DE PORRES								
MUESTRA	COMBINACION DE AGREGADOS EN PESO PARA GRAD								
COMP									
COMBINACION PARA M									
		TOLVA 1	TOLVA 2						
		Fresado	Arena Chanc-						
		1/2"Reciclado	Zarand	chanc-Zarand					
Tamices plg	Tamices mm	<3/4"	<3/8"	<3/4"	MAC-2		Mezcla		
		85.0%	10.0%	5.0%	min	max	% pasa		
3/4"	19.00	100.0	100.0	100.0	100	100	100.0		
1/2"	12.50	93.3	100.0	88.6	80	100	93.7	+/-5%	
3/8"	9.50	82.7	100.0	52.5	70	88	82.9	+/-5%	
1/4"	6.30	0.0	100.0	0.0			10.0	+/-5%	
N° 4	4.75	64.0	96.7	4.2	51	68	64.3	+/-5%	
N8	2.36	0.0	74.2	0.4			7.4		
N° 10	2.000	45.6	70.5	0.4	38	52	45.8	+/- 4%	
N° 40	0.425	17.8	36.9	0.4	17	28	18.8	+/- 4%	
N° 80	0.180	10.0	21.2	0.4			10.6	+/- 3%	
N° 200	0.075	4.5	7.9	0.4			4.6	+/- 2%	

ESTOS DATOS SON EL PROMEDIO DE % QUE PASA DE LAS GRANULOMETRIAS DE LOS LAVADOS OBTENBIDOS

ESTOS DATOS SON DE LA GRANULOMETRIA DEL LA PIEDRA %

ESTOS DATOS SON DE LA GRANULOMETRIA DEL LA ARENA %

Tabla 19.Hoja de Cálculo de Combinación de Agregados. Fuente: Propia.

Finalmente, como se puede apreciar conseguimos la curva granulometría MAC-2

Tabla 423-03

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

Tabla 20. Parametros de Diseño. Fuente: Manual de Carreteras EG-2013.

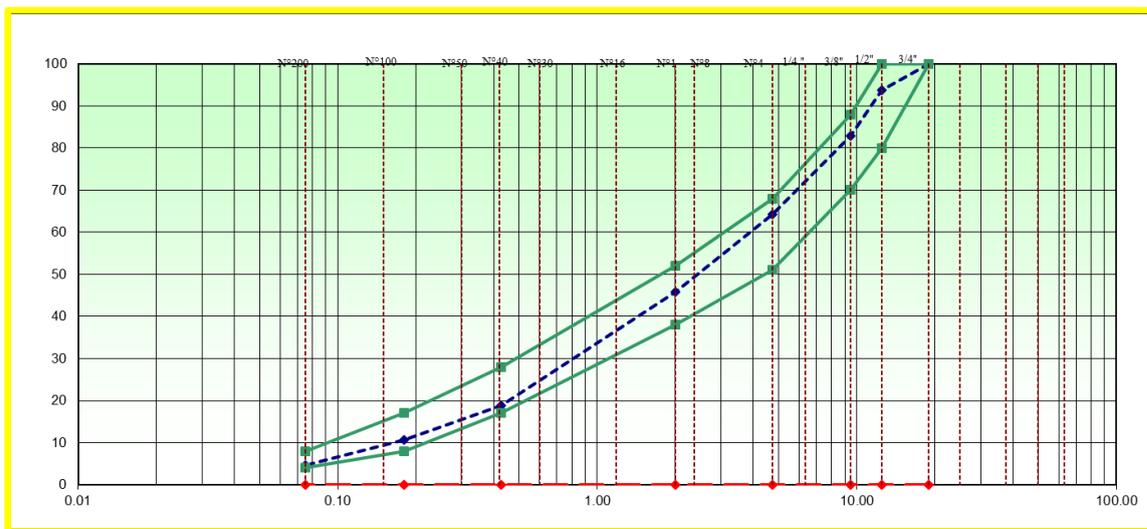


Tabla 21. Curva de Diseño MAC-2. Fuente: Propia.

4.3. Verificación Parámetros Material fresado y Agregados

A continuación, se muestra los parámetros con el cual se verifico el material fresado (material reciclado de mezcla asfáltica) según Manual MTC EG-2013.

Sección 433	Pavimento de concreto asfáltico con mezclas porosas	709
Sección 434	Pavimento de concreto asfáltico con mezclas Stone Mastic Asphalt (SMA)	729
Sección 435	Fresado de pavimento asfáltico.....	747
Sección 436	Pavimento con mezcla asfáltica reciclada en caliente	755
Sección 437	Pavimento con mezcla asfáltica reciclada en frío	771

Tabla 22. Índice de Manual de Carreteras. Fuente: Manual de Carreteras EG-2013

4.3.1. Agregado Grueso (piedra)

Para continuar nuestro de diseño de mezcla procedimos a verificar si nuestro material fresado cumple con los parámetros que exige la EG-2013 para pavimentos flexibles reciclados.

-Para poder iniciar esta verificación en el agregado grueso (piedra) empezaremos tomando una especificación de ejes equivalentes del diseño (Los ejes equivalentes se los denominara ESAL "equivalent simple axial load"), es la cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips (8,16 t = 80 kN) para un periodo determinado, nuestro estudio para efectos de cálculo toma el siguiente valor que es igual a ≤ 0.3 .

**Requerimientos agregados gruesos de adición
en mezclas recicladas en caliente**

		Ensayo	Requerimiento según tipo de tráfico (millones de ejes equivalentes)		
			≤ 0,3	> 0,3 - 3	> 3
Desgaste de Los Ángeles		MTC E 207	25% máx.	25% máx.	25% máx.
Desgaste Micro-Deval		ASTM D 7428		25% máx.	20% máx.
10 % de finos (KN)	Seco	BS 812 Part 110			110 min.
	Relación Húmedo/seco				75% min.
Durabilidad al Sulfato de Magnesio		MTC E 209	18 % máx.	18 % máx.	18 % máx.
Partículas fracturadas mecánicamente (agregado grueso) % mínimo 1cara/2 caras		MTC E 210	75 / --	75 / 60	85 / 70
Coeficiente de resistencia la deslizamiento		ASTM E 303	0,45 min.	0,45 min.	0,45 min.
Partículas chatas y alargadas		ASTM D 4791	10% máx.	10% máx.	10% máx.

Tabla 23.EG-2013-436-01 Fuente: MTC-EG2013

-Ensayo Desgaste los Ángeles (MTC E 207): Verificando nuestro material fresado como resultado obtuvimos 16.7% de desgaste cumpliendo con el parámetro que exige 25 % máximo, el ensayo se adjunta con el Anexos en el capítulo de ensayos de Laboratorio en la página 98.

TAMIZ		GRADACIONES		
		A	B	C
1 1/2"	1"			0.00
1"	3/4"			0.0
3/4"	1/2"			0.0
1/2"	3/8"			2500.0
3/8"	No 4			2500.0
PESO TOTAL				5000.0
Retenido en la malla N° 12				4,165
Que pasa en la malla N° 12				835
N° de Esferas				8
Peso de las Esferas				5025
% Desgaste				16.7%

Tabla 24.Ensayo Desgaste los Ángeles. Fuente: Propia.

-El ensayo de Desgaste Micro -Deval (ASTM-D7428) no aplica para nuestro estudio.

-Ensayo de 10% finos (KN)-relación Húmedo/seco: No aplica para el presente estudio.

-Durabilidad al Sulfato de Magnesio: Los resultados del ensayo con código CVL-LAB-EXT-0211 que se adjunta en anexos en el capítulo de ensayos de laboratorio verificación de parámetros ,resultado que supera la tolerancia que establece la norma en un 0.22%, se consultó con el Ing. Kebyn Erol Juarez Vargas-CIP228402 Jefe de Calidad de la empresa Kapala (empresa especialista en Mezcla Asfáltica y Pavimento) recomendando que se continúe con la investigación ya que es mínima el porcentaje que sale fuera de la tolerancia .

TAMAÑO		PESO REQUERIDO (g)	RECIPIENTE N°	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	PERDIDA		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA
						PESO	%		
1 1/2"	1"	1000	1						
1"	3/4"	500	2						
3/4"	1/2"	670	3	676	589.6	85.9	12.7	14.8	1.88
1/2"	3/8"	330	4	338	297.1	41.3	12.2	17.3	2.12
3/8"	4"	300	5	305	241.3	64.0	21.0	67.9	14.23
TOTALES									18.22

Tabla 25. Ensayo Durabilidad al Sulfato de Magnesio. Fuente: Propia.

-Partículas fracturadas Mecánicamente %mínimo en 1 cara y 2 caras (MTC-210). - El ensayo con código CVL-LAB-EXT-0212 que se adjunta en anexos en el capítulo de ensayos de laboratorio verificación de parámetros , resultado que no cumple con los parámetros ya que nos piden 75%min. y nuestra muestra resulto con 72 % con una cara fractura y en 2 caras fracturadas no aplica para nuestra investigación. Este resultado refleja un control de calidad deficiente específicamente en el agregado grueso ya que se permitió su diseño sin respetar el parámetro establecido, se consultó al Ing. Erol quien me guio en este estudio, refiriéndome que toda mezcla asfáltica nueva cumple el parámetro de 85/50 %min. de partículas fracturadas que consta en

la NTP-EG-2013, entonces quiere decir que esta mezcla asfáltica no cumplía este parámetro desde su fabricación, la mezcla nueva tenía que cumplir 85 %min. de un acara fracturada, pero se verifico que hay un desfase en contra 13.%. en una cara fractura.

A.- Con una Cara Fracturada (%)						
Pasa Tamiz	Retiene Tamiz	A (grs)	B (grs)	C ((B/A)*100)	D (%)	E (C * D)
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1095.6	825.6	75.4	50.3	3790.4
1/2"	3/8"	255.0	145.6	57.1	11.7	668.0
Total		1350.6	971.2		62.0	4458.5
$\text{Porcentaje con una cara fracturada} = \frac{\text{Total E}}{\text{Total D}} = 72$						

Tabla 26. Ensayo de Caras Fracturadas. Fuente: Propia.

-Coeficiente de resistencia al Deslizamiento (ASTM E303). – Este ensayo no se realizó en nuestra investigación ya que este control se realiza con la mezcla asfáltica en calzada, quiere decir que ya esté en servicio su importancia es esencial pero no impide seguir con diseño de mezcla.

-Partículas chatas y alargadas (ASTM D-4791). - El ensayo con código CVL-LAB-EXT-0213 que se adjunta en anexos en el capítulo de ensayos de laboratorio verificación de parámetros , resultado satisfactorio para nuestro propósito ya que la norma nos exige que tenga hasta 10% como máximo de chatas y alargadas, en tanto nuestra muestra nos dio 9% max. de chatas y alargadas.

CANTERA : -				
MUESTRA : Fresado de Material Obra Carabayillo Av. Jose Pardo				
MATERIAL		Granulometria		Peso Particulas de muestra (Pi)
Pasa	Retiene	Peso Ret	% Ret	
2 1/2"	2"			
2"	1 1/2"			
1 1/2"	1"			
1"	3/4"	0.0	0.0	0.0
3/4"	1/2"	223.0	17.4	1125.8
1/2"	3/8"	311.0	24.2	452.3
3/8"	1/4"	751.0	58.4	166.4
1/4"	# 4			
< #4				
TOTAL		1285.0	100.0	
% de Particulas Chatas y Alargadas			9.0	

Tabla 27. Ensayo Partículas Chatas Alargadas. Fuente: Propia.

4.3.2. Agregado Fino (Arena)

Para poder iniciar esta verificación en el agregado fino empezaremos tomando una especificación de ejes equivalentes del diseño (Los ejes equivalentes se los denominara ESAL "equivalent simple axial load"), es la cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips (8,16 t = 80 kN) para un periodo determinado, nuestro estudio para efectos de cálculo toma el siguiente valor que es igual a ≤ 0.3 .

**Requerimientos agregados finos de adición
en mezclas recicladas en caliente**

	Ensayo	Requerimiento según tipo de tráfico (millones de ejes equivalentes)		
		≤ 0,3	> 0,3-3	> 3
Durabilidad (al sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	18% máx.	18% máx.
Angularidad	ASTM D 1252	40% mín.	45% mín.	45% mín.
Índice de plasticidad	MTC E 111	N.P.	N.P.	N.P.
Equivalente de arena	MTC E 114	50% mín.	50% mín.	50% mín.
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.	0,5% máx.

Tabla 28..EG-2013 N°436-02 Fuente: MTC-EG 2013

-Durabilidad al sulfato de Magnesio (MTC E 209). - El ensayo con código CVL-LAB-EXT-0214 que se adjunta en anexos en el capítulo de ensayos de laboratorio verificación de parámetros, resultado satisfactorio para nuestra investigación ya que el valor es 10.71% de durabilidad al sulfato de Magnesio.

AGREGADO FINO		Solucion usada : Sulfato de Magnesio							
TAMAÑO	PESO REQUERIDO (g)	RECIPIENTE N°	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	PERDIDA		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA	
					PESO	%			
3/8"	N° 04	100	1	100	95.0	5.0	5.0	17.3	0.87
N° 04	N° 08	100	2	100	89.6	10.4	10.4	21.2	2.20
N° 08	N° 16	100	3	100	85.6	14.4	14.4	16.5	2.38
N° 16	N° 30	100	4	100	80.6	19.4	19.4	15.0	2.91
N° 30	N° 50	100	5	100	81.2	18.8	18.8	12.5	2.35
TOTALES									10.71

Tabla 29. Ensayo de Durabilidad de Magnesio en Agregado fino. Fuente: Propia.

-Angularidad (ASTM D 1252). - El ensayo con código CVL-LAB-EXT-0215 que se adjunta en anexos en el capítulo de ensayos de laboratorio verificación de parámetros, resultado fuera del parámetro ya que nos pide 40% mín. de angularidad.

DATOS DE LA MUESTRA							
CANTERA	:	Fresado de Obra Carabayllo Av. Jose Pardo					
MUESTRA	:	ARENA RECICLADA FRESADO			Nº de Muestras		Promedio
		<i>pasa Nº 8 - Ret Nº 200</i>	1	2	3		
Peso del recipiente + muestra		(Kg)	12784	12760	12784	12776	
Peso del recipiente		(Kg)	7968	7968	7968	7968	
Peso de la muestra	(W)	(Kg)	4816	4792	4816	4808	
Gravedad Especifica Bruta	(Gsb)	(cc)	2.754	2.754	2.754	2.754	
Volumen del Molde	(V)	(m3)	3029	3029	3029	3029	
Volumen del Agregado Fino	(W/Gsb)	(m3)	1749	1740	1749	1746	
Angularidad del Agregado Fino =							
$V - (W / Gsb) / V * 100$			42.3	42.6	42.3	42.4	

Tabla 30. Ensayo de Angularidad. Fuente: Propia.

-Índice de Plasticidad (MTC E 111). - El ensayo con código CVL-LAB-EXT-0216 que se adjunta en anexos el capítulo de ensayos de laboratorio verificación de parámetros, resultado satisfactorio para nuestra investigación ya que sus valores no presentan plasticidad ni límites teniendo un IP de cero dándole la clasificación de NP.

-Equivalente de Arena (MTC E 114). - El ensayo con código CVL-LAB-EXT-0217 que se adjunta en anexos en el capítulo de ensayos de laboratorio verificación de parámetros, cumple con los parámetros establecidos por norma ya que nos pide 50% de Equivalente de Arena siendo el resultado del ensayo 60 % de Equivalente de Arena.

CANTERA	:	Materia de Fresado Obra Carabayllo Av. Jose Pardo			
MUESTRA	:	ARENA RECICLADA FRESADO		IDENTIFICACION	
			1	2	3
Tamaño máximo (pasa malla Nº 4)		mm	4.75	4.75	4.75
Hora de entrada a saturación			11:22	11:24	11:26
Hora de salida de saturación (mas 10")			11:32	11:34	11:36
Hora de entrada a decantación			11:33	11:35	11:37
Hora de salida de decantación (mas 20")			11:53	11:55	11:57
Altura máxima de material fino		plg	6.1	6.0	6.2
Altura máxima de la arena		plg	3.7	3.6	3.6
Equivalente de Arena		%	60.7	60.0	58.1
Redondear al entero inmediato superior		%	61	60	59
Promedio redondear al entero inmediato supe		%		60	

Tabla 31. Ensayo de Equivalente de Arena. Fuente: Propia.

-Sales Solubles Totales (MTC E 209). - El ensayo con código CVL-LAB-EXT-0218 que se adjunta en anexos en el capítulo verificación de parámetros, resultado satisfactorio para nuestra investigación ya que su valor llegó a 0.0747 % de contenido de sales y la norma estipula 0.5% más de contenido de sales.

CANTERA : -	
MUESTRA : Fresado de Obra Carabayllo Av. Jose Pardo	
TAMAÑO : > N° 4	
NUMERO DE ENSAYO	
	1
A - Peso de la muestra secada al horno 110°C	gr 506.6
B - Peso del agua sobrenadante en matraz aforado	gr 513.7
C - Peso de alicuota de agua sobrenadante	gr 108.6
D - Peso de alicuota cristalizada 110°C	gr 0.08
E - Producto de alicuota - peso total de muestra (C * A)	gr 55017
F - Volumen total de muestra cristalizada (D * B)	gr 41.1
F - Volumen total de sales (E / F)	gr 1338.74
G - % total de sales solubles $1 / F * 100$	gr 0.0747
Observaciones : Cumple con el % especificado para mezclas asfálticas (< 0.5 %)	

Tabla 32. Ensayo sales solubles Totales. Fuente: Propia.

4.3.3. Ensayo de Marshal

Este proceso se realiza para definir el diseño final de la mezcla y conseguir los valores fundamentales del diseño de asfalto tales como flujo, estabilidad porcentaje de asfalto y peso unitario de la mezcla a continuación se aprecia en la tabla N°33, los ensayos completos están en anexos en el capítulo de ensayos de laboratorio DISEÑO DE MEZCLA, el PEN que se usó fue 60/70 con aditivo mejorador de adherencia incorporado

	MATERIAL	%														
		Mezcla	Diseño													
A	FRESADO	85.0	85.0													
B	ARENA	10.0	10.0													
C	GRAVA	5.0	5.0													
				3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10				N° 40			N° 80	N° 200
MEZCLA				100.0	86.8	77.3	59.1	45.7				22.9			12.0	5.5
LIMITES DE ESPECIFIC.				100	80-100	70-88	51-68	38-52				17-28			8-17	4-8
1	Numero de probeta							#	1	2	3	Promedio				
2	C.A. en peso de la mezcla							%	5.80	5.80	5.80					
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)							%	80.07	80.07	80.07					
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)							%	9.42	9.42	9.42					
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)							%								
6	Peso especifico aparente de cemento asfaltico							gr/cc.	1.018	1.018	1.018					
7	Peso esp.aparente >#4 (ASTM C 127,AASHTO T 85,MTC E 206)							gr/cc.	2.850	2.850	2.850					
8	Peso esp. nominal grava >#4 (ASTM C 127,AASHTO T 85,MTC E 206)							gr/cc.	2.892	2.892	2.892	2.871				
9	Peso esp. aparente <#4 (ASTM C 128,AASHTO T 84,MTC E 205)							gr/cc.	2.813	2.813	2.813					
10	Peso esp. nominal arena(<#4) (ASTM C 128,AASHTO T 84,MTC E 205)							gr/cc.	2.849	2.849	2.849	2.831				
11	Peso especifico aparente del filler							gr/cc.								
12	Altura promedio de la probeta (ASTM D3549,MTC E507)							cm.								
13	Peso de la probeta seca en el aire							gr.	1222.7	1220.3	1221.6					
14	Peso de la probeta en el aire saturada superficialmente seca							gr.	1224.5	1221.7	1223.0					
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C							gr.	721.3	718.3	715.6					
16	Volumen de la Probeta 14-15							cc.	503.2	503.4	507.4					
17	Peso esp.aparente del especimen 13/16 (ASTM D 2726, MTC E 514)							cc.	2.430	2.424	2.408	2.421				
18	Peso esp. teorico maximo (ASTM D 2041,AASHTO T 209,MTC E 508)							cc.	2.586	2.586	2.586					
19	Maxima densidad teorica $100/((2/6)+(3*2/(7+8)+(4*2/(9+10)))$							cc.	2.709	2.709	2.709					
20	% de vacios con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203,MTC E 505)							%	6.04	6.26	6.90	6.4				
21	Peso esp.aparente del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$							gr/cc.	2.996	2.996	2.996					
22	Peso esp.nominal del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$							gr/cc.	3.130	3.130	3.130					
23	Peso esp. efectivo agregado total $(3+4)/((3*2/(7+8)+(4*2/(9+10)+(5/11))$							gr/cc.	2.867	2.867	2.867					
24	Asf. Abs $((100+2)/(100-2)+(6)/23-((100*6)/(100-2)*18))$ (ASTM D4469,MTC E511)							%	0.33	0.33	0.33					
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$							%	72.58	72.41	71.91					
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$							%	21.38	21.33	21.19					
27	% vacios del agregado mineral 100-25							%	27.42	27.59	28.09	27.7				
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$							%	5.51	5.51	5.51					
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$							%	77.98	77.31	75.43	76.9				
30	Lectura del aro.							pul.	336	331	329					
31	Estabilidad sin corregir 30*							kg	1096	1079	1073					
32	Factor de estabilidad								1.09	1.09	1.09					
33	Estabilidad corregida 31*32							kg	1194	1177	1169	1180				
34	Lectura del fleximetro (0.01") $(35/0.254)$							pul.	13.3	12.3	12.8	12.8				
35	Fluencia							m.m.	3.38	3.13	3.25	3.25				
36	Relacion Estabilidad / Fluencia							kg/cm	3533	3759	3598	3630				

Tabla 33.Proceso de Marshall. Fuente: Propia.

4.4. Análisis de efectos en las propiedades físicas-mecánicas del Diseño de Pavimento con Mezcla Reciclada.

Lo efectos físicos-mecánicos que se pudo corroborar en la presente tesis fueron dos:

- Perdida de material fino en las mallas N° 80 y N° 200
- Perdida de porcentaje de asfaltó por efecto de Temperatura.

4.4.1-Perdida de material fino en las mallas N° 80 y N° 200

Se registró una pérdida de material fino en las mallas N° 80 y N° 200 con la malla N° 40 pegada al límite inferior es decir el agregado fino es muy grueso en el promedio de 5 lavados el resultado son similares ,esto nos indica el pavimento flexible sufrió por efecto mecánico de los vehículos en un determinado tiempo de servicio (son varios factores los que pudieron desencadenar estos efectos entre ellos tenemos carga pesada que supero espesores de diseño , mal control de calidad en elaboración de mezcla asfáltica ,etc),el que más efecto sufrió fue agregado fino por ser más sensible al efecto mecánico de la carga de vehículos (las llantas del vehículo realiza presión al pavimento flexible haciendo un efecto de molienda en cada paso del neumático sobre el pavimento flexible) sumado al clima de lima donde se llega hasta 31.7 C° ,en el cuadro de resumen se observa los resúmenes de los resultados .

Nº 80	Nº 200	CODIGOS
8*-17	4*-8	
7.8	0.9	CVL-LAB-EXT-0175
8.5	1.0	CVL-LAB-EXT-0176
8.1	1.3	CVL-LAB-EXT-0177
8.7	1.2	CVL-LAB-EXT-0178
9.1	1.7	CVL-LAB-EXT-0179

Tabla 34.Efecto Físico- Mecánico. Fuente Propia

4.4.2. Perdida de porcentaje de asfaltó por efecto de Temperatura

El segundo efecto que se pudo corroborar en nuestro estudio diseño de mezcla luego de corroborarse el porcentaje de asfalto del promedio de 5 lavados de fresado se corrobora que se tenía 5.6 % de asfalto , entonces para el óptimo diseño de 5.8% se incrementó 0.2%, pero en los dos lavados de verificación se obtuvo lo mismo un promedio de 5.6% , se verifico la carta de viscosidad donde la temperatura de mezcla es 151°C y temperatura de compactación 145°C,entonces se confirmó que el material de fresado al ser reutilizado pierde 0.2% de asfalto por efecto físico de temperatura ya que se necesita más tiempo para que el material reciclado se reactive y al adicionar el 0.2% no alcanza para conseguir el óptimo propuesto de 5.8% , es por eso que se incrementó un 0.4% de porcentaje de asfalto para lograr obtener el óptimo que se necesitaba.

-La pérdida de porcentaje de asfalto se observó cuando se comenzó a realizar la mezcla asfáltica reciclada en el proceso de diseño es decir se calentó la mezcla hasta los 165 C° que nos permite la carta de Viscosidad para su mezcla y homogenización ,se tuvo en cuenta que nuestro diseño ya

contenía asfalto en 5.59% este porcentaje se obtuvo del promedio de lavados asfálticos (ensayos adjunto en anexos con códigos : CVL-LAB-EXT-0175 , CVL-LAB-EXT-0176 , CVL-LAB-EXT-0177 , CVL-LAB-EXT-0178 , CVL-LAB-EXT-0179) que se realizó antes de iniciar nuestra investigación al material fresado , como se tenía un porcentaje incorporado de 5.6 % se le añadió 0.2% de asfalto para lograr un 5.8% de contenido asfáltico para nuestro diseño , cuando se procedió a corroborar el porcentaje de asfalto en mezcla los resultados arrojaron que se tenía un 5.58% (código de ensayo : CVL-LAB-EXT-0185) de porcentaje de asfalto se procedió a repetir el ensayo y resultó con los valores de 5.55% (código de ensayo : CVL-LAB-EXT-0186) de porcentaje de asfalto es decir que nuestro material de fresado perdía por efecto físico de calor y sumado al efecto mecánico del mezclado un 0.2% de porcentaje de asfalto ,entonces quiere decir el material de fresado pierde por efecto físico de calor más el efecto mecánico de mezclado (temperatura 165 C°) un 0.2% de porcentaje de asfalto ,entonces con este resultado se procedió a agregar un 0.4 % de asfalto para llegar obtener 5.8% de asfalto en mezcla. A continuación, se elaboró cuadros resúmenes para entender nuestro segundo efecto físico - mecánico.

LAVADO ASFALTICO DISEÑO (MAT.RECICLADO)				
PROMEDIO DE LAVADOS	INCREMENTO DE ASFALTO	LAVADOS		PERDIDA POR MEZCLA Y TEMPERATURA
5.59	0.2%	5.55	CVL-LAB-EXT-0185	0.2%
		5.58	CVL-LAB-EXT-0186	

Tabla 35.Primer Diseño incremento 0.2 %. Fuente: Propia.

LAVADO ASFALTICO DISEÑO FINAL				
PROMEDIO DE LAVADOS	INCREMENTO DE ASFALTO	LAVADOS		PERDIDA POR MEZCLA Y TEMPERATURA
5.59	0.4%	5.78	CVL-LAB-EXT-0187	0.2%
		5.75	CVL-LAB-EXT-0188	

Tabla 36.Diseño Final Incremento 0.4%. Fuente: Propia.

4.5. Impacto económico

-Como resultados de nuestro diseño de mezcla reciclada se logró un ahorro significativo en comparación a un diseño de mezcla convencional, este estudio corrobora el costo en insumos que se logra ahorrar ya que el 85% de material fresado se puede reciclar , antes de su uso se verifico si cumplen con los parámetros de EG-2013 sobre mezclas con material reciclado en caliente ,la disminución de costos es de 38.7 % de ahorro ,donde la única insumo que no sufrió incremento o disminución es el gasto general ya que se necesita la misma cantidad de colaboradores y el mismo consumo de fuentes de energía , también aclarando que la utilidad en los dos procesos son la misma de 39 soles porque ese valor es la utilidad de planta es lo que gana en producir una mezcla asfáltica , son los insumos los que disminuyen en 135.5 soles por metro cubico , a continuación se explica en el cuadro el ahorro en comparación de mezcla convencional :

COSTO M3 MEZCLA ASFALTICA CONVENCIONAL				
INSUMOS	UNID	COSTO-SOLES	COSTO NETO M3-SOLES	M3 ASFALTO
ARENA	M3	35	17	S/350.00
Piedra ½	M3	32	9	
Piedra 3/8	M3	35	8	
PEN 60/70	GL	6	156	
ADITIVO MEJORADOR DE ADHERIENCIA	GL	7	21	
GASTOS GENERALES	UND	100	100	
UTILIDAD M3			39	

Tabla 37. Asfalto Convencional costo. Fuente: Propia.

COSTO M3 ASFALTICA RECICLADO				
INSUMOS	UNID	COSTO-SOLES	COSTO NETO M3-SOLES	M3 ASFALTO
ARENA	M3	35	3.5	S/214.50
Piedra ½	M3	32	2.5	
Piedra 3/8	M3	35	2.5	
FRESADO	M3	6	6	
PEN 60/70	GL	6	40	
ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA	GL	7	21	
GASTOS GENERALES	UND	100	100	
UTILIDAD M3			39	

Tabla 38. Asfalto Reciclado costos. Fuente: Propia.

Estos costos fueron dados por la colaboración del Ing. Kebyn Erol Juárez Vargas con CIP N°228402 Jefe de calidad de Constructora KAPALA empresa especializada en venta de mezcla Asfáltica y construcción de carreteras, esta empresa cuenta con un laboratorio completo y con una planta gravimétrica de asfalto.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Discusión General:

Los resultados obtenidos en este estudio, muestran que después de realizar las verificaciones y su análisis de costos se da por confirmada la hipótesis planteada Diseño de mezcla reciclada para optimizar costos.

Para poder lograr un diseño de mezcla con material reciclado se realizaron los 5 lavados del material reciclado (fresado) que nos dio 5.6 % de contenido asfáltico y en la granulometría de estas estaban pegadas al límite inferior de la curva granulometría del MAC-2 donde la malla 200 se salió de banda ,pero con el reajuste en el diseño se logró encajar a los parámetros del mac-2 , en el caso de los costos los insumos al realizar un diseño de mezcla reciclada se reciclan en un 90% , disminuyendo el costo en 38.7% de valor de una mezcla nueva , todos estos valores están dentro los parámetros establecidos por norma para un diseño de mezcla reciclada en caliente garantizando la factibilidad del diseño .

a) Discusión Especificas:

Los resultados de la verificación de los parámetros de diseño se realizaron mediante ensayos de laboratorio que nos da el “Manual de Carreteras del Ministerio de Transporte Y Comunicaciones EG-2013” para un Diseño de mezcla con pavimento reciclado en caliente , para eso nos dan 2 tablas uno para el agregado grueso y el otro para el fino en nuestro caso se realizado un MAC-2 y se tomó estos parámetros de referencia encontrando que muchos de estos resultados cumplen con los parámetros en el caso del ensayo caras fracturadas se verifico que no cumple ya nos pide un mínimo de 72 % esto nos indica que hubo un control deficiente en el agregado grueso ya no cumplía con nuestra especificación de 75% min. de una cara fracturada, partiendo de que una mezcla nueva se necesita un valor de 85/50 min. de un acarara fracturada tendríamos una deficiencia de 13%, ojo esto no

quiere decir que no cumpla con la banda granulométrica de MAC-2 porque en los 5 lavados asfálticos se corroboró que si encajan con los parámetros del diseño MAC-2 específicamente en el agregado grueso, pero en los ensayos MTC E210 no cumple con un valor aproximado al mínimo de 72% para una mezcla reciclada en caliente.

b) Discusión Específica:

Los efectos en las propiedades físicas-mecánicas del Diseño de Pavimento que se encontraron se logró gracias a los ensayos de laboratorio que nos brindaron un claro panorama del porcentaje de asfalto que pierde un pavimento luego de ser colocado o puesto en servicio este valor fue de 0.2% con este valor se incrementó en 0.2% para obtener un óptimo de 5.8% en primer intento luego se corroboró que era insuficiente para llegar al óptimo y finalmente el incremento total fue de 0.4% para obtener el óptimo de diseño , en el proceso de verificación también se encontró que el pavimento pierde finos específicamente en la malla N°200 volviéndose el agregado fino según la granulometría más gruesa eso por efecto de los vehículos sumado a la temperatura hicieron que sufran pérdida de finos .

c) Discusión Específica:

El impacto económico del Diseño de Pavimento con Mezcla Asfáltica reciclada para Optimizar Costos se traduce en reducción de costos de una manera significativa con un ahorro de 38.7 % en comparación del método tradicional, el proyecto reduce la utilización de insumos como el agregado grueso, fino y el PEN 60/70 disminuyendo sus costos sin poner en riesgo la calidad y el cumplimiento de las especificaciones técnicas.

Lo que más se destaca en el presente estudio es la recuperación y aprovechamiento del 90% de fresado como materia prima esencial del nuevo pavimento.

CONCLUSIONES

1. Con el diseño de pavimento con mezcla reciclada para reutilizarlo y optimizar costos , se logró reciclar una mezcla en caliente para volverla una mezcla nueva efectuándose un reusó del material en 85%, este diseño de mezcla reciclada en caliente cumple todos los parámetros que exigen la norma peruana que se encuentra en el EG-2013.
2. De acuerdo a la verificación de parámetros de diseño de pavimento con mezcla reciclada , encontramos que el caso de caras fracturadas que nos exige 75% min. solo se encontró 72% con un acra fracturada, este resultado revela que no hubo controles rigurosos en el diseño de mezcla inicial específicamente en el ensayo de caras fracturadas.
3. Los efectos producidos en las propiedades física-mecánicas del diseño de pavimento con mezcla reciclada fueron dos: Perdida de material fino en las mallas N° 80 y N° 200 ; Perdida de porcentaje de asfaltó por efecto de Temperatura. as propiedades Físicas – mecánicas al reciclar el pavimento no son impedimento para diseñar la mezcla.
4. El impacto económico del diseño de Pavimento con Mezcla Reciclada fue positivo lográndose reducir costos en insumos en 38.7 %.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda contar con la caracterización de agregados de la cantera que se piensa utilizar como parte de la dosificación de la mezcla. para avanzar con otros procesos como los lavados asfáltico y caracterización del fresado que toma más tiempo en su proceso y así poder determinar con más rapidez la dosificación de la mezcla final de diseño.
2. Una indicación esencial es diseñar un pavimento reciclado en alturas que superan 2500 msnm, ya que la presente tesis se desarrolló en Lima con características de temperatura favorables sin precipitaciones o cambio de temperatura, sería ideal efectuar el diseño de mezcla en zona alta del del Perú y así verificar la factibilidad de este tipo de diseños con material reciclado.
3. Se aconseja tener la carta de viscosidad del PEN que se va utilizar en el diseño de mezclas ya que nos da los valores permisibles de temperatura de mezcla como también de compactación de mezcla a la hora de realizar el marshal, estos valores de temperatura son esenciales para el diseño de mezcla final.
4. También se recomienda utilizar un PEN que incluya el aditivo mejorador de adherencia entre su composición, porque es mejor para el aseguramiento de la mezcla asfáltica caso contrario al utilizar el mejorador de adherencia por separado se tiene que realizar más tandas de prueba para llegar a obtener un óptimo de diseño final tanto del PEN como del mejorador de adherencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1) American Section of the International Association for Testing Materials (ASTM), "Normas de Ensayos de Materiales", ASTM, EE.UU, 2002.
- 2) Asociación Peruana de Caminos {APC}, "IV Congreso Nacional del Asfalto", APC, Perú, 2001.
- 3) Asociación Peruana de Caminos (APC), "VI Congreso Nacional del Asfalto", APC, Perú, 2003.
- 4) Asphalt Institute (AI), "Asphalt Cold Mix Recycling {MS-21}", AI, EE.UU, 1983.
- 5) Asphalt Institute, "Manual Básico de Emulsiones Asfálticas", Asphalt Emulsion Manufacturers Association (AEMA), EE.UU. 2001.
- 6) Asphalt Institute, "Principios de Construcción de Pavimentos de Mezcla Asfáltica en Caliente", Asphalt Institute, México, 1992.
- 7) Asphalt Recycling and Reclaiming Association (ARRA), "Basic Asphalt Recycling Manual", ARRA, EE.UU, 2001.
- 8) Environmental Protection Agency {EPA}, "Hot Mix Asphalt Plant Emission Assessment Report", EPA, EE.UU. 2000.
- 9) Escuela de Ingeniería de Caminos de Montaña, "Diseño Estructural de Caminos AASHTO 1993", Argentina, 2000.
- 10) Femández Larrauri Vladimir César, "Proyecto de Factibilidad del Reciclado en Frío de Pavimentos Flexibles", Universidad ESAN, Perú, 2009.
- 11) Guerra Bustamante César, "Carretera Ferrocarriles y Canales", América, Perú, 1997.
- 12) Gutiérrez Lázares José Wilfredo, "Mecánica de Suelos Aplicada a las Vías de Transportes", Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Perú, 2011.

ANEXOS:

- MATRIZ DE CONSISTENCIA
- PANEL FOTOGRAFICO
- ENSAYOS DE LABORATORIO
 - Caracterización de agregados
 - Verificación de parámetros
 - Diseño de mezcla
- JUICIO DE EXPERTOS



TOMA DE MUESTRA DE ACOPIO DE FRESADO EN PLANTA KAPALA



ENSAYO DE LAVADO ASFALTICO DE MATERIAL FRESADO



ENSAYO MARSHAL



PROCESANDO NUCLEOS PARA EL PESO UNITARIO

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA	POBLACION Y MUESTRA
Problema General: ¿Cuál es diseño de Pavimento con mezcla reciclada para reutilizarse y optimizar costos?	Objetivo General: Definir Diseño de Pavimento con Mezcla Reciclada para Reutilizarlos y Optimizar Costos.	Hipótesis General: Con el diseño de Pavimento con Mezcla Reciclada se reutilizarán la carpeta asfáltica y se optimizarán costos.	- Diseño de Pavimento con Mezcla Reciclada(X)	-Granulometría. -porcentaje de asfalto -Ensayo de chats y alargadas -Equivalente de Arena -Ensayo de caras fracturadas.	Método Investigación. -El científico y el método específico es el analítico – sintético. Tipo de investigación. - Aplicada. Nivel de Investigación. -	Población.- La población está constituida por todas las vías de distrito de Carabayllo , donde se extrajeron las muestras de fresado para realizar el presente estudio . Muestra .-Fue el no aleatorio ,dirigido o intencional ,seleccionando la Av.Jose Pardo del distrito de Carabayllo.
Problemas Específicos: ¿Cuáles serán los resultados de la Verificación de Parámetros de Diseño de pavimento con mezcla Reciclada?	Objetivos Específicos: Comprobar los resultados con la Verificación de Parámetros del diseño de pavimento con mezcla reciclada.	Hipótesis Específicas: Los resultados del diseño de pavimento con mezcla reciclada cumplen con las normas del MTC.	-Reutilización de materiales y reducción de costos (Y)	-Verificación de parámetros -Dosificación del diseño de mezcla -Comparación de costos	Esta investigación es de nivel descriptivo - explicativo. Diseño de la Investigación. -Es experimental.	
¿Qué efectos se producen en las propiedades física-mecánicas del Diseño de pavimento con mezcla reciclada?	Analizar los efectos que producen las propiedades físicas-mecánicas del diseño de pavimento con mezcla Reciclada.	Los efectos que se producen en las propiedades físicas-mecánicas del diseño de pavimento con mezcla reciclada se contrastarán con el índice de rigidez.				
¿Cuál es el impacto económico del diseño de Pavimento con Mezcla Reciclada ?	Estimar el impacto económico del diseño de pavimento con mezcla reciclada.	El impacto económico del diseño de pavimento con Mezcla reciclada se traduce en reducción de costos.				



constructora kapala

Código: CVL-LAB-EXT-0175
Revisión: "24"
Fecha: 02-02-2019

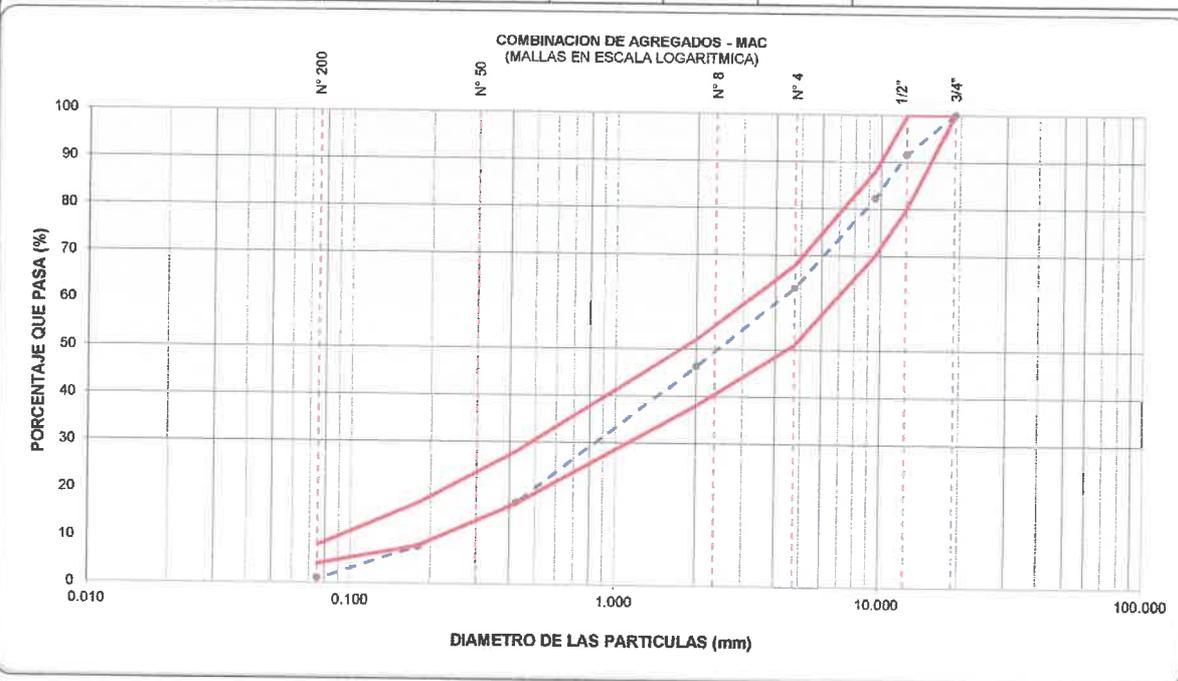
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

LAVADO ASFALTICO

OBRA :
TRAMO :
MUESTRA : PROYECTO DE TESIS-JVC
PRODUCCIÓN : M-1 LAVADO-1
CONTRATISTA :
HECHO POR: N.C.P.
FECHA: 2/02/2019
PESO TOTAL: 1035.6 grs.

TAMIZ	AASHTO T-27(mm)		% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA POR TAMIZ	MAC 2		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						MIN	MAX	
1"	25.000				100.0			TAMAÑO MAX. 3/4"
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	CONT. C. A. PEN 80/70 - PESOS (grs.)
1/2"	12.500	85.6	8.3	8.3	91.7	80	100	PESO MAC INICIAL 1096.8
3/8"	9.500	98.6	9.5	17.8	82.2	70	88	PESO DE MAC LAVADO SECO 1031.6
N° 4	4.750	196.5	19.0	36.8	63.2	51	68	PESO DEL FILTRO ANTES DEL LAV. 22.7
N° 8	2.360	0.0	0.0	36.8	63.2	-	-	PESO DEL FILTRO DESP. DEL LAV. 26.7
N°10	2.000	175.6	17.0	53.7	46.3	38	52	DIFERENCIA PESO FILTRO 4.0
N°40	0.425	301.2	29.1	82.8	17.2	17	28	PESO DE MAC LAV. SECO TOTAL 1035.6
N°80	0.180	97.8	9.4	92.2	7.8	8	17	PESO CEMENTO ASFALTICO 61.2
N°100	0.150	0.0	0.0	92.2	7.8	-	-	% CEMENTO ASFALTICO EN MAC 5.58
N° 200	0.075	70.5	6.8	99.1	0.9	4	8	
> N° 200	FONDO	9.8	0.9	100.0				



OBSERVACIONES :

[Signature]
**KEBYN EROL
JUAREZ VARGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 228402**



constructora kapala

Código: CVL-LAB-EXT-0176
Revisión: "24"
Fecha: 02-02-2019

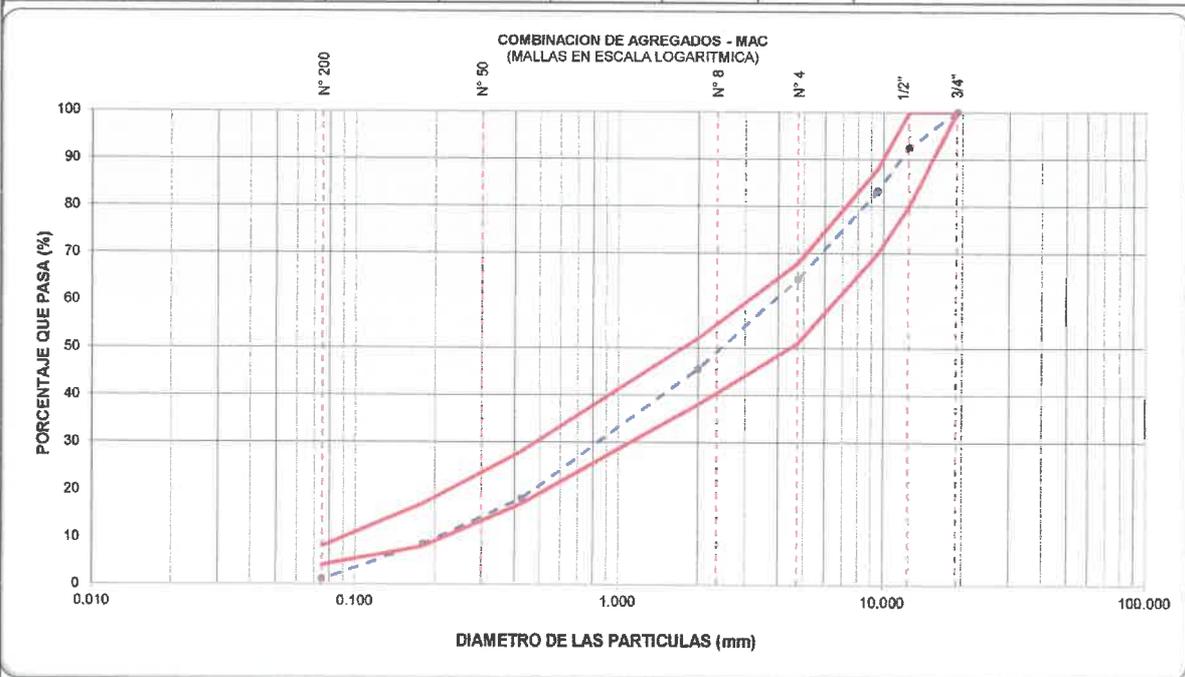
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

LAVADO ASFALTICO

OBRA :
TRAMO :
MUESTRA : PROYECTO DE TESIS-JVC
PRODUCCIÓN : M-2 LAVADO-2
CONTRATISTA :
HECHO POR: N.C.P.
FECHA: 2/02/2019
PESO TOTAL: 1026.0 grs.

TAMIZ	AASHTO T-27(mm)		% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA POR TAMIZ	MAC 3		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						MIN	MAX	
1"	25.000				100.0			TAMAÑO MAX : 3/4"
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	CONT. C. A. PEN 6070 - PESOS (grs.)
1/2"	12.500	76.8	7.5	7.5	92.5	80	100	PESO MAC INICIAL 1088.8
3/8"	9.500	94.6	9.2	16.7	83.3	70	88	PESO DE MAC LAVADO SECO 1022.1
N° 4	4.750	191.2	18.6	35.3	64.7	51	68	PESO DEL FILTRO ANTES DEL LAV. 22.7
N° 8	2.360	0.0	0.0	35.3	64.7	-	-	PESO DEL FILTRO DESP. DEL LAV. 26.6
N°10	2.000	196.5	19.2	54.5	45.5	38	52	DIFERENCIA PESO FILTRO 3.9
N°40	0.425	281.3	27.4	81.9	18.1	17	28	PESO DE MAC LAV. SECO TOTAL 1026.0
N°80	0.180	98.5	9.6	91.5	8.5	8	17	PESO CEMENTO ASFALTICO 60.8
N°100	0.150	0.0	0.0	91.5	8.5	-	-	% CEMENTO ASFALTICO EN MAC 3.59
N° 200	0.075	76.5	7.5	99.0	1.0	4	8	
> N° 200	FONDO	10.6	1.0	100.0				



OBSERVACIONES :

[Signature]
KEBYN EROL
JUAREZ VARGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 228402



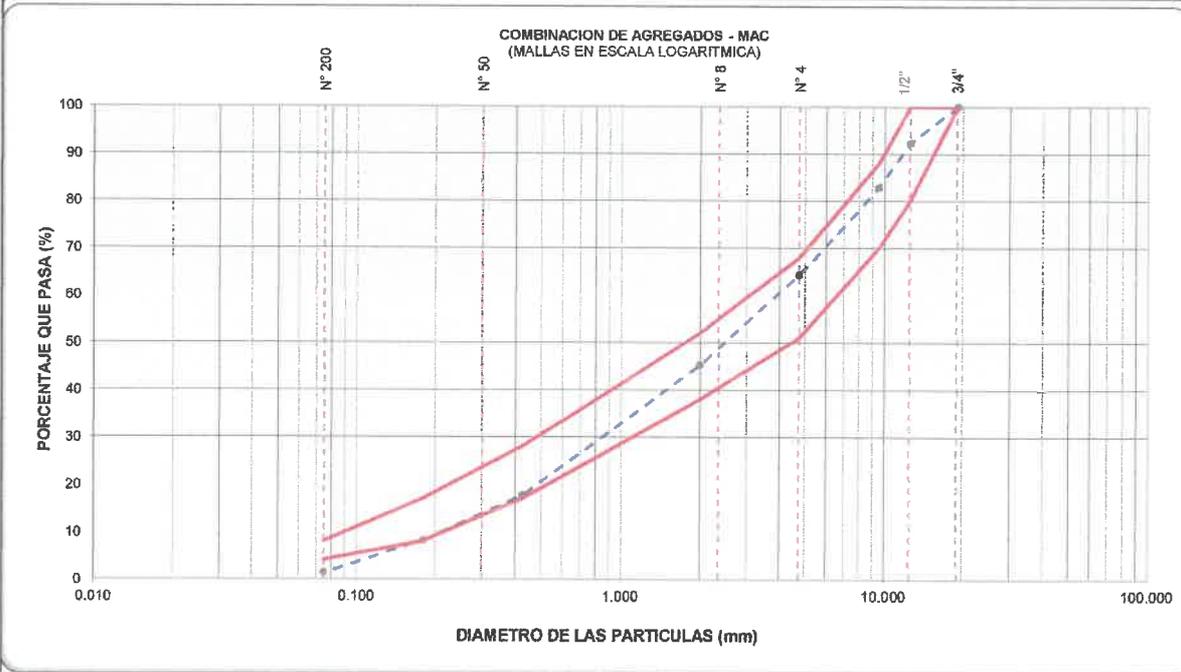
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

LAVADO ASFALTICO

OBRA : HECHO POR: N.C.P.
TRAMO : FECHA: 2/02/2019
MUESTRA : PROYECTO DE TESIS JVC PESO TOTAL: 1028.2 grs.
PRODUCCIÓN : M-3 LAVADO-3
CONTRATISTA :

TAMIZ	AASHTO T-27(mm)		% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA POR TAMIZ	MAC 2		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						MIN	MAX	
1"	25.000				100.0			TAMAÑO MAX: 3/4"
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	CONT. C. A. PEN 60/70 - PESOS (grs.)
1/2"	12.500	78.6	7.6	7.6	92.4	80	100	PESO MAC INICIAL 1089.1
3/8"	9.500	98.5	9.6	17.2	82.8	70	88	PESO DE MAC LAVADO SECO 1024.5
N° 4	4.750	189.6	18.4	35.7	64.3	51	68	PESO DEL FILTRO ANTES DEL LAV. 22.7
N° 8	2.360	0.0	0.0	35.7	64.3	-	-	PESO DEL FILTRO DESP. DEL LAV. 26.4
N°10	2.000	196.5	19.1	54.8	45.2	38	52	DIFERENCIA PESO FILTRO 3.7
N°40	0.425	283.6	27.6	82.4	17.6	17	28	PESO DE MAC LAV. SECO TOTAL 1028.2
N°80	0.180	97.8	9.5	91.9	8.1	8	17	PESO CEMENTO ASFALTICO 60.9
N°100	0.150	0.0	0.0	91.9	8.1	-	-	% CEMENTO ASFALTICO EN MAC 5.59
N° 200	0.075	69.8	6.8	98.7	1.3	4	8	
> N° 200	FONDO	13.8	1.3	100.0				



OBSERVACIONES :

[Signature]
**KEBYN EROL
JUAREZ VARGAS**
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 228402



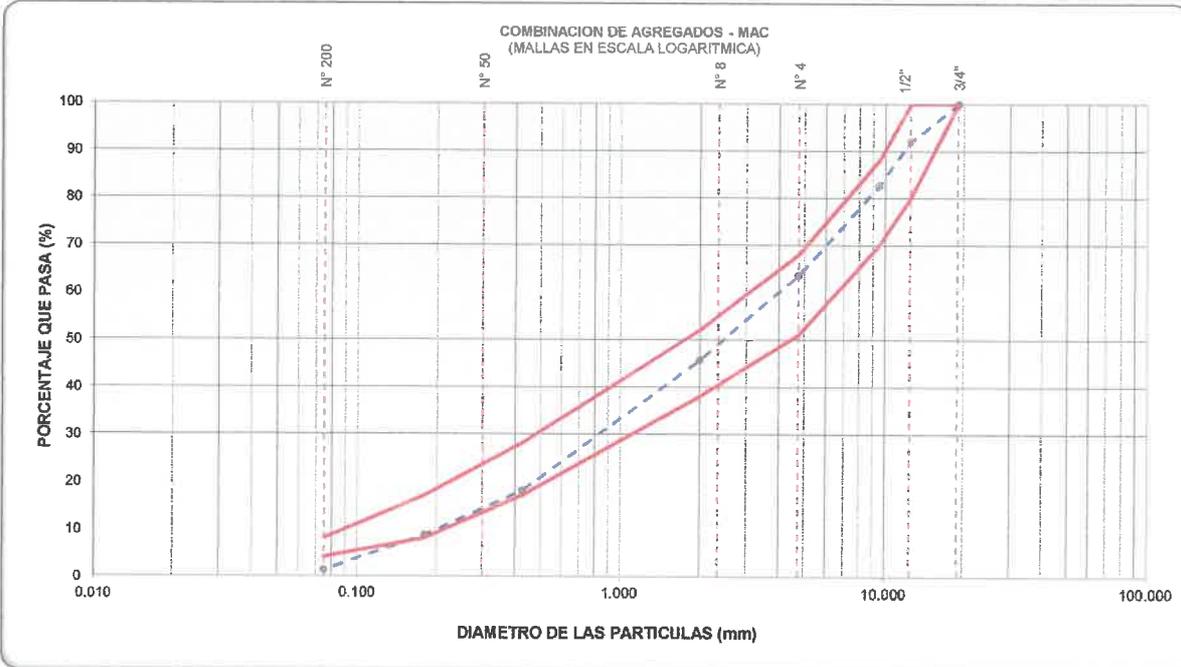
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

LAVADO ASFÁLTICO

OBRA : HECHO POR: N.C.P.
 TRAMO : FECHA: 2/02/2019
 MUESTRA : PROYECTO DE TESIS-JVC PESO TOTAL: 1031.2 grs.
 PRODUCCIÓN : M-4 LAVADO-4
 CONTRATISTA :

TAMIZ	AASHTO T-27(mm)		% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA POR TAMIZ	MAC 2		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						MIN	MAX	
1"	25.000				100.0			TAMAÑO MAX: 3/4"
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	CONT. C. A. PEN 90/70 - PESOS (grs.)
1/2"	12.500	81.3	7.9	7.9	92.1	80	100	PESO MAC INICIAL: 1092.3
3/8"	9.500	97.9	9.5	17.4	82.6	70	88	PESO DE MAC LAVADO SECO: 1025.3
N° 4	4.750	196.3	19.0	36.4	63.6	51	68	PESO DEL FILTRO ANTES DEL LAV.: 22.7
N° 8	2.360	0.0	0.0	36.4	63.6	-	-	PESO DEL FILTRO DESP. DEL LAV.: 28.8
N°10	2.000	185.4	18.0	54.4	45.6	38	52	DIFERENCIA PESO FILTRO: 5.9
N°40	0.425	284.6	27.6	82.0	18.0	17	28	PESO DE MAC LAV. SECO TOTAL: 1031.2
N°80	0.180	96.5	9.4	91.3	8.7	8	17	PESO CEMENTO ASFÁLTICO: 61.1
N°100	0.150	0.0	0.0	91.3	8.7	-	-	% CEMENTO ASFÁLTICO EN MAC: 5.59
N° 200	0.075	76.8	7.4	98.8	1.2	4	8	
> N° 200	FONDO	12.4	1.2	100.0				



OBSERVACIONES :

[Handwritten Signature]
**KEYBYN EROL
 JUAREZ VARGAS**
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 228402



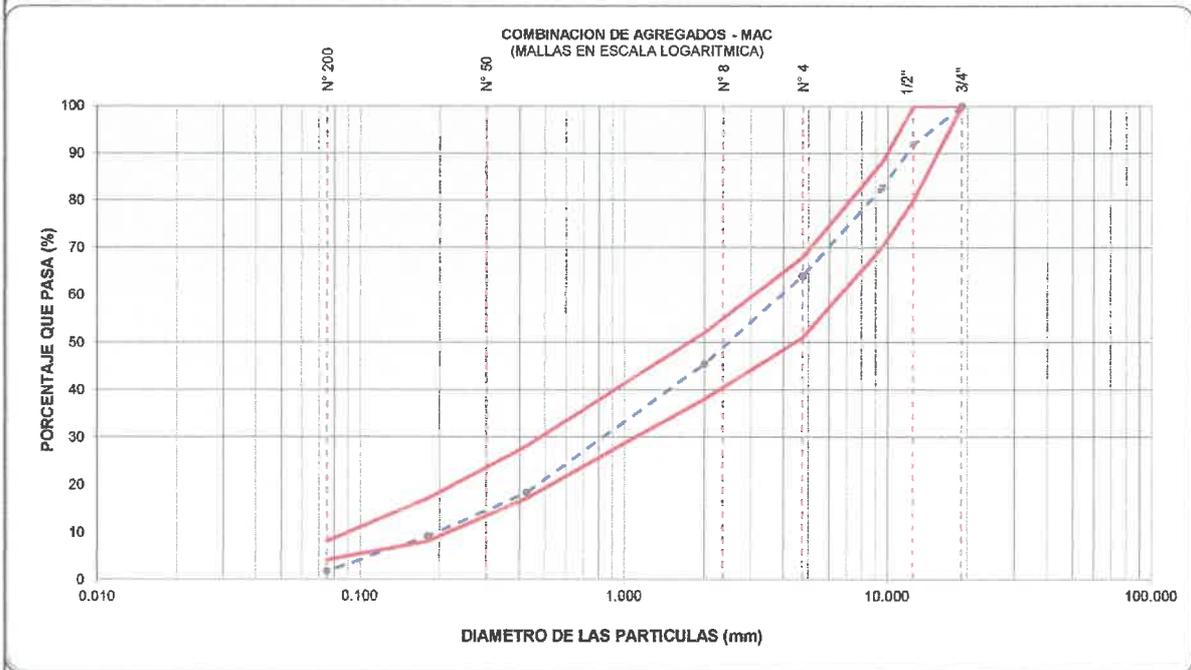
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

LAVADO ASFALTICO

OBRA :
 TRAMO :
 MUESTRA : PROYECTO DE TESIS JVC
 PRODUCCIÓN : M-5 LAVADO-5
 CONTRATISTA :
 HECHO POR: N.C.P.
 FECHA: 2/02/2019
 PESO TOTAL: 1036.1 grs.

TAMIZ	AASHTO T-27(mm)		% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA POR TAMIZ	MAC 2		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						MIN	MAX	
1"	25.000				100.0			TAMAÑO MAX: 3/4"
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	CONT. C. A. PEN 80/70 - PESOS (grs.)
1/2"	12.500	83.6	8.1	8.1	91.9	80	100	PESO MAC INICIAL 1097.3
3/8"	9.500	96.5	9.3	17.4	82.6	70	88	PESO DE MAC LAVADO SECO 1031.7
N° 4	4.750	192.3	18.6	35.9	64.1	51	68	PESO DEL FILTRO ANTES DEL LAV. 22.7
N° 8	2.360	0.0	0.0	35.9	64.1	-	-	PESO DEL FILTRO DESP. DEL LAV. 27.1
N°10	2.000	193.6	18.7	54.8	45.4	38	52	DIFERENCIA PESO FILTRO 4.4
N°40	0.425	281.2	27.1	81.8	18.2	17	28	PESO DE MAC LAV. SECO TOTAL 1036.1
N°60	0.180	95.1	9.2	90.9	9.1	8	17	PESO CEMENTO ASFALTICO 61.2
N°100	0.150	0.0	0.0	90.9	9.1	-	-	% CEMENTO ASFALTICO EN MAC 5.58
N° 200	0.075	76.7	7.4	98.3	1.7	4	8	
> N° 200	FONDO	17.1	1.7	100.0				



OBSERVACIONES :

[Handwritten Signature]
**KEBYN EROL
 JUAREZ VARGAS**
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 228402



constructora kapala

Código: CVL-LAB-EXT-0422
 Revisión: "32"
 Fecha: 20-05-2019

Jr. Paita N° 161, Zona Industrial S.J.M-Lima Telfs 4669110 - 4667961, Fax 2760620
 Correo Kapalasa@Kapala.pe

COMBINACION PARA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

OBRA ING° RESP KEBYN E. JUAREZ VARGAS
LUGAR I.URIGANCHO - CHOSICA TECNICO DANTE PALACIOS E.
SOLICITANTE TESISTA JASMANI VALENZUELA CRISOSTOMO FECHA 20.05.2019

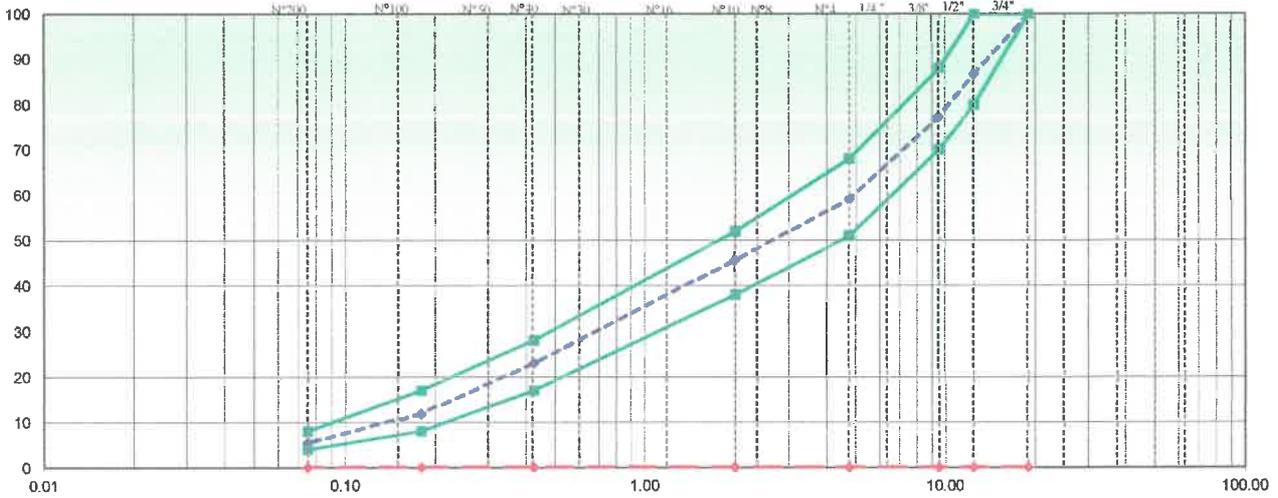
DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA MATERIAL DE FRESADO + AGREGADOS SEGUN DISEÑO
MUESTRA COMBINACION DE AGREGADOS EN PESO PARA GRADACION MAC-2

COMPOSICION DE MEZCLA

COMBINACION PARA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2

Tamices ptg	Tamices mm	TOLVA 1	TOLVA 2	TOLVA 3	Especificaciones		Mezcla % pasa	Tolerancias MTC
		Fresado de Asfalto	Piedra	Arena	MAC-2			
					min	max		
		90.0%	4.0%	6.0%			100.0	
3-4"	19.00	100.0	100.0	100.0		100	86.8	+/-5%
1-2"	12.50	92.5	88.6	0.0	80	100	77.3	+/-5%
3-8"	9.50	83.6	52.5	0.0	70	88	59.6	+/-5%
1-4"	6.30	65.5	15.7	0.0			59.1	+/-5%
N° 4	4.75	65.5	4.3	0.0	51	68	0.7	
N8	2.36	0.0	0.6	10.5			45.7	+/- 4%
N° 10	2.000	49.8	0.4	15.2	38	52	22.9	+/- 4%
N° 40	0.425	24.8	0.4	10.2	17	28	12.0	+/- 3%
N° 80	0.180	12.0	0.4	20.0	8	17	5.5	+/- 2%
N° 200	0.075	6.0	0.0	1.5	4	8		



Limite Inferior ———
 Limite Superior ———
 Curva Granulométrica ———

OBSERVACIONES :

CONSTRUCTORA KAPALA S.A.

TEC. DANTE PALACIOS E.

CONSTRUCTORA KAPALA S.A.

ING. RESPONSABLE

KEBYN EROL JUAREZ VARGAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 228402



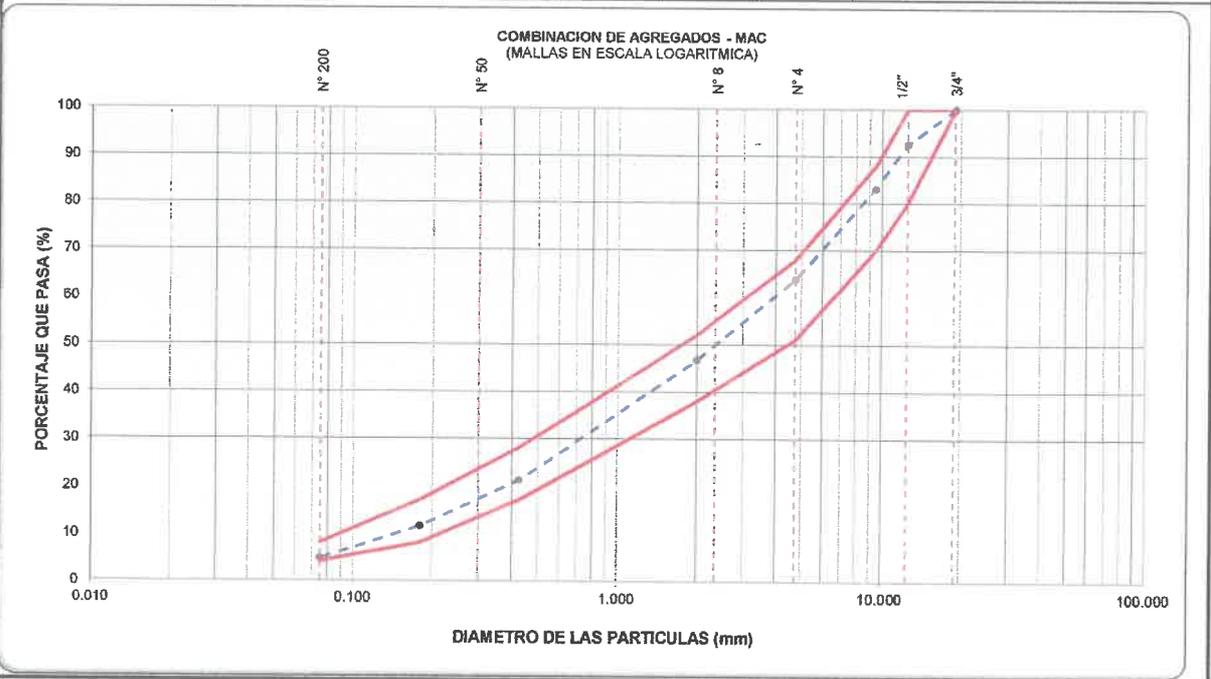
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

LAVADO ASFALTICO

OBRA : HECHO POR: N.C.P.
TRAMO : FECHA: 9/02/2019
MUESTRA : PROYECTO DE TESIS-JVC PESO TOTAL: 1026.9 grs.
PRODUCCIÓN : M-1 LAVADO-DISEÑO 1
CONTRATISTA :

TAMIZ	AASHTO T-27(mm)		% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA POR TAMIZ	MAC 2		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						MIN	MAX.	
1"	25.000				100.0			TAMAÑO MAX.: 3/4"
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	CONT. C. A. PEN 60/70 - PESOS (gts.)
1/2"	12.500	75.8	7.4	7.4	92.6	80	100	PESO MAC INICIAL 1087.6
3/8"	9.500	96.5	9.4	16.8	83.2	70	88	PESO DE MAC LAVADO SECO 1023.0
N° 4	4.750	199.5	19.4	36.2	63.8	51	68	PESO DEL FILTRO ANTES DEL LAV. 22.7
N° 8	2.360	0.0	0.0	36.2	63.8	-	-	PESO DEL FILTRO DESP. DEL LAV. 26.8
N°10	2.000	175.6	17.1	53.3	46.7	38	52	DIFERENCIA PESO FILTRO 3.9
N°40	0.425	262.1	25.5	78.8	21.2	17	28	PESO DE MAC LAV. SECO TOTAL 1026.9
N°80	0.180	98.6	9.6	88.4	11.6	8	17	PESO CEMENTO ASFALTICO 80.7
N°100	0.150	0.0	0.0	88.4	11.6	-	-	% CEMENTO ASFALTICO EN MAC 5.58
N° 200	0.075	71.1	6.9	95.4	4.6	4	8	
> N° 200	FONDO	47.7	4.6	100.0				



OBSERVACIONES :

[Handwritten Signature]
**KEBYN EROL
 JUAREZ VARGAS**
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 228402



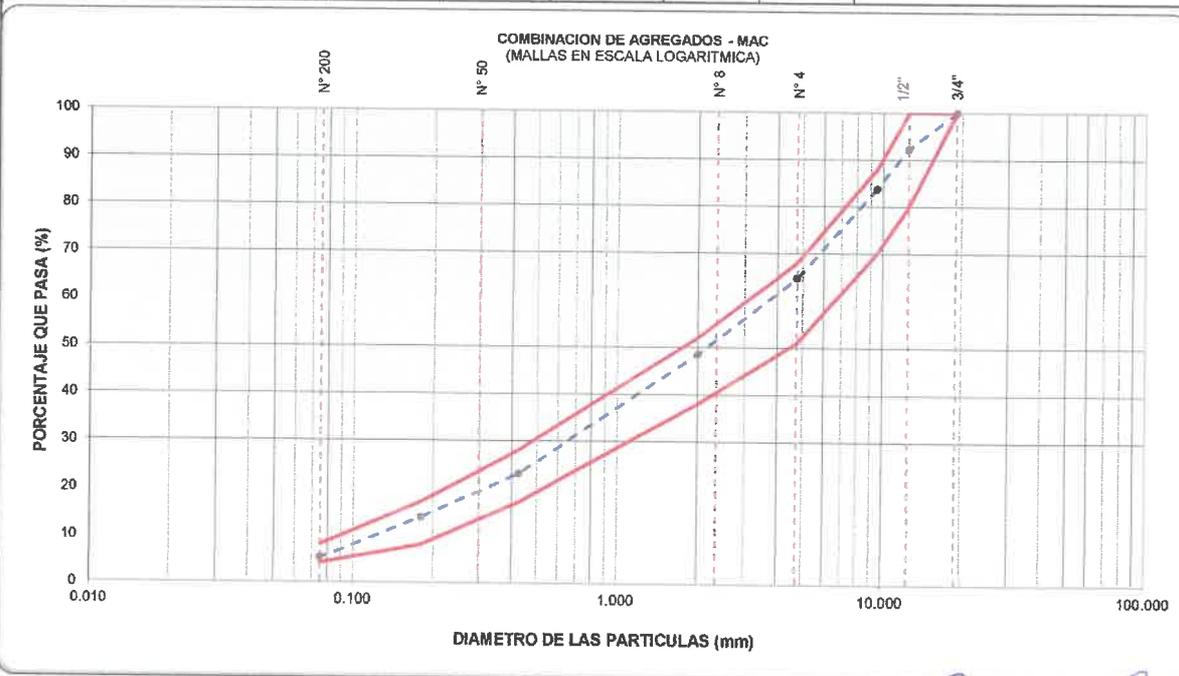
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

LAVADO ASFALTICO

OBRA :
TRAMO :
MUESTRA : PROYECTO DE TESIS-JVC
PRODUCCIÓN : M-2 LAVADO-DISEÑO 2
CONTRATISTA :
HECHO POR: N.C.P.
FECHA: 9/02/2019
PESO TOTAL: 1027.2 grs.

TAMIZ	AASHTO T-27(mm)		% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA POR TAMIZ	MAC 2		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						MIN	MAX	
1"	25.000				100.0			TAMAÑO MAX.: 3/4"
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	CONT. C. A. PEN 60/70 - PESOS (grs.)
1/2"	12.500	76.8	7.5	7.5	92.5	80	100	PESO MAC INICIAL 1087.6
3/8"	9.500	89.6	8.7	16.2	83.8	70	88	PESO DE MAC LAVADO SECO 1023.0
N° 4	4.750	196.2	19.1	35.3	64.7	51	68	PESO DEL FILTRO ANTES DEL LAV. 22.7
N° 8	2.360	0.0	0.0	35.3	64.7	-	-	PESO DEL FILTRO DESP. DEL LAV. 26.8
N°10	2.000	166.7	16.2	51.5	48.5	38	52	DIFERENCIA PESO FILTRO 4.2
N°40	0.425	261.1	25.4	76.9	23.1	17	28	PESO DE MAC LAV. SECO TOTAL 1027.2
N°80	0.180	95.4	9.3	86.2	13.8	8	17	PESO CEMENTO ASFALTICO 60.4
N°100	0.150	0.0	0.0	86.2	13.8	-	-	% CEMENTO ASFÁLTICO EN MAC 5.55
N° 200	0.075	88.7	8.6	94.9	5.1	4	8	
> N° 200	FONDO	52.7	5.1	100.0				



OBSERVACIONES :

[Firma]
KEBYN EROL
JUAREZ VARGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 228402



constructora kapala

Código: CVL-LAB-EXT-0351
Revisión: "042"
Fecha: 09-05-2019

Jr.Paita N° 161,Zona Industrial S.J.M-Lima Telfs 4669110 - 4667961, Fax 2760620
Correo Kapalasa@Kapala.pe

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

METODO MTC E504 . ASTM D1559 . AASHTO T245 . NLT 159/86

OBRA
LUGAR: LURIGANCHO-CHOSICA
SOLICITANTE: TESISTA JASMANI VALENZUELA CRISOSTOMO

ING° RESP : KEYBYN E. JUAREZ VARGAS
TECNICO : DANTE PALACIOS E.
FECHA : 9/05/2019

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : MATERIAL FRESADO +AGREGADOS SEGÚN DISEÑO
MUESTRA : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2

MATERIAL	% Mezcla	% Diseño
A FRESADO	90.0	90.0
B GRAVA 3/4	10.0	10.0
C FILLER	0.0	0.0

MEZCLA	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200
LIMITES DE ESPECIFIC.	100.0	86.8	77.3	59.1	45.7	22.9	12.0	5.5
	100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8

	#	1	2	3	Promedio
1 Numero de probeta					
2 C.A. en peso de la mezcla	%	5.40	5.40	5.40	
3 % de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	85.14	85.14	85.14	
4 % de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	9.46	9.46	9.46	
5 % de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%				
6 Peso especifico aparente de cemento asfaltico	gr/cc.	1.018	1.018	1.018	
7 Peso esp.aparente >#4 (ASTM C 127,AASHTO T 85,MTC E 206)	gr/cc.	2.850	2.850	2.850	
8 Peso esp. nominal grava >#4 (ASTM C 127,AASHTO T 85,MTC E 206)	gr/cc.	2.892	2.892	2.892	2.871
9 Peso esp. aparente <#4 (ASTM C 128,AASHTO T 84,MTC E 205)	gr/cc.	2.813	2.813	2.813	
10 Peso esp. nominal arena(<#4) (ASTM C 128,AASHTO T 84,MTC E 205)	gr/cc.	2.849	2.849	2.849	2.831
11 Peso especifico aparente del filler	gr/cc.				
12 Altura promedio de la probeta (ASTM D3549,MTC E507)	cm.				
13 Peso de la probeta seca en el aire	gr.	1216.5	1215.8	1221.1	
14 Peso de la probeta en el aire saturada superficialmente seca	gr.	1220.7	1219.0	1226.0	
15 Peso de la Probeta en el Agua	gr.	721.9	722.4	723.0	
16 Volumen de la Probeta 14-15	cc.	498.8	496.6	503.0	
17 Peso esp.aparente del especimen 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	cc.	2.439	2.448	2.428	2.438
18 Peso esp. teorico maximo (ASTM D 2041,AASHTO T 209,MTC E 508)	cc.	2.637	2.637	2.637	
19 Maxima densidad teorica $100/((2/6)+(3*2/(7+8)+(4*2/(9+10)))$	cc.	2.611	2.611	2.611	
20 % de vacios con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203,MTC E 505)	%	7.51	7.16	7.94	7.5
21 Peso esp.aparente del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2.846	2.846	2.846	
22 Peso esp.nominal del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2.966	2.966	2.966	
23 Peso esp. efectivo agregado total $(3+4)/((3*2/(7+8)+(4*2/(9+10)+(5/11))$	gr/cc.	2.867	2.867	2.867	
24 Asf. Abs $((100-2)/(100-2)+(6)/23-((100*6)/(100-2)*18))$ (ASTM D+469,MTC E511)	%	0.34	0.34	0.34	
25 % del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$	%	81.07	81.38	80.69	
26 % del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	11.42	11.46	11.37	
27 % vacios del agregado mineral $100-25$	%	18.93	18.62	19.31	19.0
28 Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	5.08	5.08	5.08	
29 Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	60.31	61.56	58.88	60.2
30 Lectura del aro.	pul.	310	302	308	
31 Estabilidad sin corregir 30*	kg	1011	985	1005	
32 Factor de estabilidad		1.04	1.04	1.04	
33 Estabilidad corregida 31*32	kg	1052	1025	1045	1040
34 Lectura del fleximetro $(0.01") (35 / 0.254)$	pul.	11.3	10.2	8.9	10.2
35 Fluencia	m.m.	2.88	2.59	2.27	2.58
36 Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3652	3957	4603	4071

OBSERVACIONES : Temperatura de mezclado 157 C , Temperatura de Compactacion de briquetas 141 C,

CONSTRUCTORA KAPALA S.A

DANTE PALACIOS E.
TEC. DE LABORATORIO

CONSTRUCTORA KAPALA S.A.

ING. RESPONSABLE

KEYBYN EROL
JUAREZ VARGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 103402



constructora kapala

Código: CVL-LAB-EXT-0352
Revisión: "042"
Fecha: 09-05-2019

Jr. Paña N° 161, Zona Industrial S.J.M-Lima Telfs 4669110 - 4667961, Fax 2760620
Correo Kapalasa@Kapala.pe

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

METODO MTC E504 . ASTM D1559 . AASHTO T245 . NLT 159/86

OBRA

LUGAR LURIGANCHO-CHOSICA
SOLICITANTE TESISTA JASMANI VALENZUELA CRISOSTOMO

ING° RESP : KEYN E. JUAREZ VARGAS
TECNICO : DANTE PALACIOS E.
FECHA : 9/05/2019

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : MATERIAL FRESADO + AGREGADOS SEGÚN DISEÑO
MUESTRA : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2

MATERIAL	% Mezcla	% Diseño
A FRESADO	90.0	90.0
B GRAVA 3/4	10.0	10.0
C FILLER	0.0	0.0

MEZCLA	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200
LIMITES DE ESPECIFIC.	100.0	86.8	77.3	59.1	45.7	22.9	12.0	5.5
	100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8

#	Descripción	#	1	2	3	Promedio
1	Numero de probeta					
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.50	5.50	5.50	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	85.05	85.05	85.05	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	9.45	9.45	9.45	
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%				
6	Peso especifico aparente de cemento asfaltico	gr/cc.	1.018	1.018	1.018	
7	Peso esp.aparente >#4 (ASTM C 127,AASHTO T 85,MTC E 206)	gr/cc.	2.850	2.850	2.850	
8	Peso esp. nominal grava >#4 (ASTM C 127,AASHTO T 85,MTC E 206)	gr/cc.	2.892	2.892	2.892	2.871
9	Peso esp. aparente <#4 (ASTM C 128,AASHTO T 84,MTC E 205)	gr/cc.	2.813	2.813	2.813	
10	Peso esp. nominal arena(<#4) (ASTM C 128,AASHTO T 84,MTC E 205)	gr/cc.	2.849	2.849	2.849	2.831
11	Peso especifico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta (ASTM D3549,MTC E507)	cm.				
13	Peso de la probeta seca en el aire	gr.	1217.2	1219.3	1219.2	
14	Peso de la probeta en el aire saturada superficialmente seca	gr.	1219.4	1221.6	1222.6	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	724.1	721.3	722.3	
16	Volumen de la Probeta 14-15	cc.	495.3	500.3	500.3	
17	Peso esp.aparente del especimen 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	cc.	2.458	2.437	2.437	2.444
18	Peso esp. teorico maximo (ASTM D 2041,AASHTO T 209,MTC E 508)	cc.	2.616	2.616	2.616	
19	Maxima densidad teorica $100/((2/6)+(3*2/(7+8)+(4*2/(9+10)))$	cc.	2.607	2.607	2.607	
20	% de vacios con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203,MTC E 505)	%	6.06	6.84	6.84	6.6
21	Peso esp.aparente del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2.846	2.846	2.846	
22	Peso esp.nominal del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2.969	2.969	2.969	
23	Peso esp. efectivo agregado total $(3+4)/((3*2/(7+8)+(4*2/(9+10)+(5/11)))$	gr/cc.	2.867	2.867	2.867	
24	Asf. Abs $((100+2)(100-2)+(6)).23-((100*6)(100-2)*18)$ (ASTM D4469,MTC: E511)	%	0.33	0.33	0.33	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$	%	81.60	80.92	80.92	
26	% vacios del agregado mineral 100-25	%	12.34	12.24	12.24	
27	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	18.40	19.08	19.08	18.9
28	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	5.19	5.19	5.19	
29	Lectura del aro.	pul.	67.07	64.16	64.13	65.1
30	Estabilidad sin corregir 30*	kg	335	335	345	
31	Factor de estabilidad	kg	1092	1092	1125	
32	Estabilidad corregida 31*32	kg	1.04	1.04	1.09	
33	Lectura del fleximetro (0.01") $(35 / 0.254)$	kg	1136	1136	1226	1166
34	Fluencia	pul.	10.9	11.7	11.8	11.5
35	Relacion Estabilidad / Fluencia	m.m.	2.77	2.96	3.00	2.91
36	OBSERVACIONES:	kg/cm	4101	3838	4086	4009

OBSERVACIONES: Temperatura de mezclado 157 C , Temperatura de Compactacion de briquetas 141 C,

CONSTRUCTORA KAPALA S.A

DANTE PALACIOS E.
Tec. de Laboratorio

CONSTRUCTORA KAPALA S.A.

ING. RESPONSABLE

KEYN EROL
JUAREZ VARGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 228402



constructora kapala

Código: CVL-LAB-EXT-0353
Revisión: "042"
Fecha: 09-05-2019

Jr.Paita N° 161,Zona Industrial S.J.M-Lima Telfs 4669110 - 4667961, Fax 2760620
Correo Kapalasa@Kapala.pe

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

METODO MTC E504 , ASTM D1559 , AASHTO T245 , NLT 159/86

OBRA "DISEÑO DE PAVIMENTO CON MEZCLA RECICLADA PARA REUTILIZARLOS Y OPTIMIZAR COSTOS"
ING° RESP : KEBYN E. JUAREZ VARGAS
TECNICO : DANTE PALACIOS E.
FECHA : 9/05/2019

LUGAR LURIGANCHO-CHOSICA
SOLICITANTE TESISISTA JASMANI VALENZUELA CRISOSTOMO

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : GLORIA
MUESTRA : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2

MATERIAL	% Mezcla	% Diseño
A FRESADO	90.0	90.0
B GRAVA 3/4	10.0	10.0
C FILLER	0.0	0.0

MEZCLA	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200
LIMITES DE ESPECIFIC.	100.0	86.8	77.3	59.1	45.7	22.9	12.0	5.5
	100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Promedio
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.60	5.60	5.60	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	84.96	84.96	84.96	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	9.44	9.44	9.44	
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%				
6	Peso especifico aparente de cemento asfáltico	gr/cc.	1.018	1.018	1.018	
7	Peso esp.aparente >#4 (ASTM C 127,AASHTO T 85,MTC E 206)	gr/cc.	2.850	2.850	2.850	
8	Peso esp. nominal grava >#4 (ASTM C 127,AASHTO T 85,MTC E 206)	gr/cc.	2.892	2.892	2.892	2.871
9	Peso esp. aparente <#4 (ASTM C 128,AASHTO T 84,MTC E 205)	gr/cc.	2.813	2.813	2.813	
10	Peso esp. nominal arena(<#4) (ASTM C 128,AASHTO T 84,MTC E 205)	gr/cc.	2.849	2.849	2.849	2.831
11	Peso especifico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta (ASTM D3549,MTC E507)	cm.				
13	Peso de la probeta seca en el aire	gr.	1221.0	1214.5	1218.4	
14	Peso de la probeta en el aire saturada superficialmente seca	gr.	1222.3	1216.0	1220.0	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	719.5	726.7	724.3	
16	Volumen de la Probeta 14-15	cc.	502.8	489.3	495.7	
17	Peso esp.aparente del especimen 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	cc.	2.428	2.482	2.458	2.456
18	Peso esp. teorico maximo (ASTM D 2041,AASHTO T 209,MTC E 508)	cc.	2.597	2.597	2.597	
19	Maxima densidad teorica $100 / ((2/6) + (3*2/(7+8)) + (4*2/(9+10)))$	cc.	2.602	2.602	2.602	
20	% de vacios con aire $100 * (1 - 17/18)$ (ASTM D 3203,MTC E 505)	%	6.49	4.42	5.35	5.4
21	Peso esp.aparente del Agregado Total $(100-2) / ((3/7) + (4/9) + (5/11))$	gr/cc.	2.846	2.846	2.846	
22	Peso esp.nominal del agregado total $(100-21) / ((3/8) + (4/10) + (5/11))$	gr/cc.	2.972	2.972	2.972	
23	Peso esp. efectivo agregado total $(3+4) / ((3*2/(7+8)) + (4*2/(9+10)) + (5/11))$	gr/cc.	2.867	2.867	2.867	
24	Asf. Abs $((100+2) (100-2) + (6) - 23 - ((100*6) - (100-2)*18))$ (ASTM D+469,MTC E511)	%	0.33	0.33	0.33	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4) * 17/21$	%	80.55	82.33	81.53	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100 - (25+20)$	%	12.96	13.25	13.12	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	19.45	17.67	18.47	18.5
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100) * (3+4)$	%	5.29	5.29	5.29	
29	Relacion betun vacios $(26/27) * 100$	%	66.62	74.96	71.01	70.9
30	Lectura del oro.	pul.	345	336	347	
31	Estabilidad sin corregir 30*	kg	1125	1096	1131	
32	Factor de estabilidad		1.09	1.09	1.09	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	1226	1194	1233	1218
34	Lectura del fleximetro (0.01") $(35 / 0.254)$	pul.	12.8	12.6	12.5	12.6
35	Fluencia	m.m.	3.25	3.20	3.18	3.21
36	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3772	3732	3877	3794

OBSERVACIONES: Temperatura de mezclado 157 C. Temperatura de Compactacion de brujetas 141 C.

CONSTRUCTORA KAPALA S.A

DANTE PALACIOS E.
Tec. Laboratorista.

CONSTRUCTORA KAPALA S.A

ING. RE. KEBYN EROL
JUAREZ VARGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 229402



constructora kapala

Código: CVL-LAB-EXT-0354
Revisión: "042"
Fecha: 09-05-2019

Jr.Paita N° 161,Zona Industrial S.J.M-Lima Telfs 4669110 - 4667961, Fax 2760620
Correo Kapalasa@Kapala.pe

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

METODO MTC E504 , ASTM D1559 , AASHTO T245 , NLT 159/86

OBRA "DISENO DE PAVIMENTO CON MEZCLA RECICLADA PARA REUTILIZARLOS Y OPTIMIZAR COSTOS"
LUGAR LURIGANCHO-CHOSICA
SOLICITANTE TESISTA JASMANI VALENZUELA CRISOSTOMO
ING° RESP : KEYBN E. JUAREZ VARGAS
TECNICO : DANTE PALACIOS E.
FECHA : 9/05/2019

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : GLORIA
MUESTRA : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2

Table with 3 columns: MATERIAL, %, Mezcla, % Diseño. Rows include FRESADO, GRAVA 3/4, and FILLER.

Table with 10 columns for sieve sizes (3/4", 1/2", 3/8", N° 4, N° 10, N° 40, N° 80, N° 200) and rows for MEZCLA and LIMITES DE ESPECIFIC.

Main test results table with 6 columns: Item, Description, Unit, and three test values, plus a Promedio column. Items range from 1 to 36.

OBSERVACIONES : Temperatura de mezclado 157 C . Temperatura de Compactacion de briquetas 141 C .

CONSTRUCTORA KAPALA S.A

[Signature]

DANTE PALACIOS E.
Tec. de Laboratorio

CONSTRUCTORA KAPALA S.A.

[Signature]
ING. RESP. KEYBN EROL
JUAREZ VARGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 228402



constructora kapala

Código: CVL-LAB-EXT-0355

Revisión: "042"

Fecha: 09-05-2019

Jr.Paita N° 161,Zona Industrial S.J.M-Lima Telfs 4669110 - 4667961, Fax 2760620

Correo Kapalasa@Kapala.pe

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSIALL

METODO MTC E504 , ASTM D1559 , AASHTO T245 , NLT 159/86

OBRA "DISEÑO DE PAVIMENTO CON MEZCLA RECICLADA PARA REUTILIZARLOS Y OPTIMIZAR COSTOS"
LUGAR LURIGANCHO-CHOSICA
SOLICITANTE TESISTA JASMANI VALENZUELA CRISOSTOMO
ING° RESP : KEYBN E. JUAREZ VARGAS
TECNICO : DANTE PALACIOS E.
FECHA : 9/05/2019

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : SAN MARTIN DE PORRES
MUESTRA : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2

MATERIAL	%	
	Mezcla	Diseño
A FRESADO	90.0	90.0
B GRAVA 3/4	10.0	10.0
C FILLER	0.0	0.0

MEZCLA	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200
LIMITES DE ESPECIFIC.	100.0	86.8	77.3	59.1	45.7	22.9	12.0	5.5
	100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8

1	Numero de probeta	#	1	2	3	Promedio
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.80	5.80	5.80	
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	84.78	84.78	84.78	
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	9.42	9.42	9.42	
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%				
6	Peso especifico aparente de cemento asfaltico	gr/cc.	1.018	1.018	1.018	
7	Peso esp.aparente >#4 (ASTM C 127,AASHTO T 85,MTC E 206)	gr/cc.	2.850	2.850	2.850	
8	Peso esp. nominal grava >#4 (ASTM C 127,AASHTO T 85,MTC E 206)	gr/cc.	2.892	2.892	2.892	2.871
9	Peso esp. aparente <#4 (ASTM C 128,AASHTO T 84,MTC E 205)	gr/cc.	2.813	2.813	2.813	
10	Peso esp. nominal arena(<#4) (ASTM C 128,AASHTO T 84,MTC E 205)	gr/cc.	2.849	2.849	2.849	2.831
11	Peso especifico aparente del filler	gr/cc.				
12	Altura promedio de la probeta (ASTM D3549,MTC E507)	cm.				
13	Peso de la probeta seca en el aire	gr.	1217.8	1223.2	1215.9	
14	Peso de la probeta en el aire saturada superficialmente seca	gr.	1218.0	1223.3	1216.2	
15	Peso de la Probeta en el Agua 25 °C	gr.	721.3	720.3	718.9	
16	Volumen de la Probeta 14-15	cc.	496.7	503.0	497.3	
17	Peso esp.aparente del especimen 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	cc.	2.452	2.432	2.445	2.443
18	Peso esp. teorico maximo (ASTM D 2041.AASHTO T 209,MTC E 508)	cc.	2.553	2.553	2.553	
19	Maxima densidad teorica $100/((2/6)+(3*2/(7+8)+(4*2/(9+10)))$	cc.	2.594	2.594	2.594	
20	% de vacios con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203,MTC E 505)	%	3.96	4.75	4.23	4.3
21	Peso esp.aparente del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2.846	2.846	2.846	
22	Peso esp.nominal del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2.978	2.978	2.978	
23	Peso esp. efectivo agregado total $(3+4)/((3*2/(7+8)+(4*2/(9+10)+(5/11))$	gr/cc.	2.867	2.867	2.867	
24	Asf. Abs $((100-2)/(100-2)-(6)/23-((100*6)/(100-2)*18))$ (ASTM D4469,MTC E511)	%	0.32	0.32	0.32	
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$	%	81.15	80.49	80.93	
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	14.88	14.76	14.84	
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	18.85	19.51	19.07	19.1
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2-(24/100)*(3+4)$	%	5.50	5.50	5.50	
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	78.97	75.67	77.82	77.5
30	Lectura del aro.	pul.	320	328	323	
31	Estabilidad sin corregir 30*	kg	1044	1070	1053	
32	Factor de estabilidad		1.09	1.09	1.09	
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	1138	1166	1148	1151
34	Lectura del fleximetro (0.01") $(35/0.254)$	pul.	15.3	15.7	14.8	15.3
35	Fluencia	m.m.	3.88	4.00	3.75	3.88
36	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	293.2	2915	3062	2970

OBSERVACIONES : Temperatura de mezclado 157 C. Temperatura de Compactacion de briquetas: 147 C.

CONSTRUCTORA KAPALA S.A

DANTE PALACIOS E.
Tec. de Laboratorio

CONSTRUCTORA KAPALA S.A.

KEYBN EROL
JUAREZ VARGAS
INGENIERO CIVIL

Reg. CIP. N° 228402



constructora kapala

Código: CVL-LAB-EXT-0356
Revisión: "042"
Fecha: 09-05-2019

Jr.Paita N° 161,Zona Industrial S.J.M-Lima Telfs 4669110 - 4667961, Fax 2760620
Correo Kapalasa@Kapala.pe

RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

METODO MTC E504 , ASTM D1559 , AASHTO T245 , NLT 159/86

OBRA

ING° RESP : KEYBYN E. JUAREZ VARGAS

LUGAR LURIGANCHO-CHOSICA

TECNICO : DANTE PALACIOS E.

SOLICITANTE TESISTA JASMANI VALENZUELA CRISOSTOMO

FECHA : 9/05/2019

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : MATERIAL FRESADO + AGREGADOS SEGÚN DISEÑO

MUESTRA : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2

MATERIAL	% Mezcla	% Diseño
A FRESADO	90.0	90.0
B GRAVA 3/4	10.0	10.0
C FILLER	0.0	0.0

MEZCLA	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 80	N° 200
LIMITES DE ESPECIFIC.	100	80-100	70-88	51-68	38-52	17-28	8-17	4-8

#	Descripción	1	2	3	Promedio
1	Numero de probeta				
2	C.A. en peso de la mezcla	%	5.80	5.80	5.80
3	% de grava triturada en peso de la mezcla(mayor #4)	%	84.78	84.78	84.78
4	% de arenas combinadas en peso de mezcla(menor #4)	%	9.42	9.42	9.42
5	% de filler en peso de mezcla(minimo 65% pasa malla #200)	%			
6	Peso especifico aparente de cemento asfaltico	gr/cc.	1.018	1.018	1.018
7	Peso esp.aparente >#4 (ASTM C 127,AASHTO T 85,MTC E 206)	gr/cc.	2.850	2.850	2.850
8	Peso esp. nominal grava >#4 (ASTM C 127,AASHTO T 85,MTC E 206)	gr/cc.	2.892	2.892	2.892
9	Peso esp. aparente <#4 (ASTM C 128,AASHTO T 84,MTC E 205)	gr/cc.	2.813	2.813	2.813
10	Peso esp. nominal arena(<#4) (ASTM C 128,AASHTO T 84,MTC E 205)	gr/cc.	2.849	2.849	2.849
11	Peso especifico aparente del filler	gr/cc.			
12	Altura promedio de la probeta (ASTM D3549,MTC E507)	cm.			
13	Peso de la probeta seca en el aire	gr.	1222.7	1220.3	1221.6
14	Peso de la probeta en el aire saturada superficialmente seca	gr.	1224.5	1221.7	1223.0
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	721.3	718.3	715.6
16	Volumen de la Probeta 14-15	cc.	503.2	503.4	507.4
17	Peso esp.aparente del especimen 13/16 (ASTM D 2726 , MTC E 514)	cc.	2.430	2.424	2.408
18	Peso esp. teorico maximo (ASTM D 2041,AASHTO T 209,MTC E 508)	cc.	2.586	2.586	2.586
19	Maxima densidad teorica $100/((2/6)+(3*2/(7+8)+(4*2/(9+10)))$	cc.	2.594	2.594	2.594
20	% de vacios con aire $100*(1-17/18)$ (ASTM D 3203,MTC E 505)	%	6.04	6.26	6.90
21	Peso esp.aparente del Agregado Total $(100-2)/((3/7)+(4/9)+(5/11))$	gr/cc.	2.846	2.846	2.846
22	Peso esp.nominal del agregado total $(100-21)/((3/8)+(4/10)+(5/11))$	gr/cc.	2.978	2.978	2.978
23	Peso esp. efectivo agregado total $(3+4)/((3*2/(7+8)+(4*2/(9+10)+(5/11))$	gr/cc.	2.867	2.867	2.867
24	Asf. Abs $(100+2)/(100-2)+(6)/23-((100*6)/(100-2)*18)$ (ASTM D4469,MTC E511)	%	0.33	0.33	0.33
25	% del vol.del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta $(3+4)*17/21$	%	80.43	80.24	79.69
26	% del volumen de asfalto efectivo / volumen de probeta $100-(25+20)$	%	13.54	13.50	13.41
27	% vacios del agregado mineral 100-25	%	19.57	19.76	20.31
28	Asfalto efectivo / peso de la mezcla $2 - (24/100)*(3+4)$	%	5.49	5.49	5.49
29	Relacion betun vacios $(26/27)*100$	%	69.15	68.33	66.03
30	Lectura del aro.	pul.	336	331	329
31	Estabilidad sin corregir 30*	kg	1096	1079	1073
32	Factor de estabilidad		1.09	1.09	1.09
33	Estabilidad corregida 31*32	kg	1194	1177	1169
34	Lectura del fleximetro (0.01") $(35/0.254)$	pul.	13.3	12.3	12.8
35	Fluencia	m.m.	3.38	3.13	3.25
36	Relacion Estabilidad / Fluencia	kg/cm	3533	3759	3598

OBSERVACIONES : Temperatura de mezclado 157C , Temperatura de Compactacion de briquetas 141 C,

CONSTRUCTORA KAPALA S.A

DANTE PALACIOS E.
Tec. de Laboratorio

CONSTRUCTORA KAPALA S.A

ING. RESPONSA KEYBYN EROL
JUAREZ VARGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 220402



constructora kapala

Código: CVL-LAB-EXT-0311
Revisión: "32"
Fecha: 09-05-2019

Jr. Paíta N° 161, Zona Industrial S.J.M-Lima Telfs 4669110 - 4667961, Fax 2760620
Correo Kapalasa@Kapala.pe

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

OBRA :
LUGAR : IURIGANCHO-CHOSICA
SOLICITANTE : TESISTA JASMANI VALENZUELA CRISOSTOMO

ING° RESP : KEBYN E. JUAREZ VARGAS
TECNICO : DANTE PALACIOS E.
FECHA : 9-05-2019

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : GLORIA
MUESTRA : AGREGADOS PARA SER USADOS EN MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO MTC E205, ASTM C128, AASHTO T84

A	Peso Mat.Sat.Su ^o Seco (al aire)	(gr)	146.6	141.3		
B	Peso Frasco + Agua	(gr)	723.0	743.0		
C	Peso del Frasco + Agua + A	(gr)	869.6	884.3		
D	Peso Mat. + Agua en el frasco	(gr)	818.6	836.1		
E	Vol de Masa + Vol de vacio C-D	(gr)	51.0	47.9		
F	Peso Mat. Seco en estufa (105 C)	(gr)	145.9	140.7		
G	Vol de Masa E- (A-F)	(gr)	50.3	47.3		
	Pe Aparente = F : B : A - D		2.861	2.937		2.899
	Pe Aparente (Sat.Su ^o Seco) A : B + A - D		2.875	2.950		2.912
	Pe Nominal = F : B : F - D		2.901	2.975		2.938
	% de Absorcion A - F : F * 100		0.480	0.426		0.453

OBSERVACIONES: Agregados obtenidos de la curva granulometrica de diseño

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO MTC E206, ASTM C127, AASHTO T85

A	Peso Mat.Sat.Su ^o Seco (al aire)	(gr)	987.1	849.3	1009.6	
B	Peso Mat.Sat.Su ^o Seco (en agua)	(gr)	643.6	51.9	656.8	
C	Vol de Masa + Vol de vacio A - B	(gr)	343.5	797.4	352.8	
D	Peso Mat. Seco en estufa (105 C)	(gr)	983.2	846.8	1003.6	
E	Vol de Masa C - (A-D)	(gr)	339.6	794.9	346.8	
	Pe Aparente = D : A - B		2.862	1.062	2.845	2.256
	Pe Aparente (Sat.Su ^o Seco) A : A - B		2.874	1.065	2.862	2.267
	Pe Nominal = D : D - B		2.895	1.065	2.894	2.285
	% de Absorcion A-D : D * 100		0.397	0.295	0.598	0.430

OBSERVACIONES: Agregados obtenidos de la curva granulometrica de diseño

CONSTRUCTORA KAPALA S.A

DANTE PALACIOS E.
Tec. de Laboratorio

CONSTRUCTORA KAPALA S.A

ING. RESPONSABLE

KEBYN EROL
JUAREZ VARGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 223402



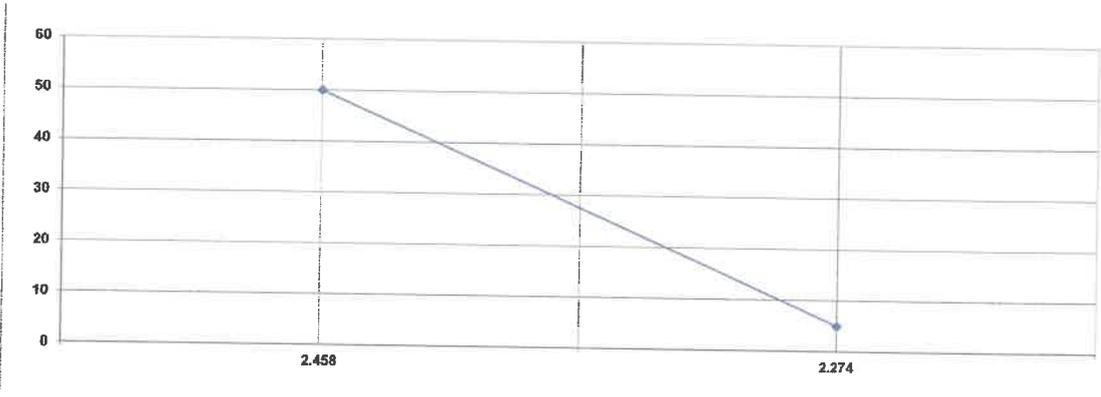
constructora kapala

Jr.Paita N° 161,Zona Industrial S.J.M-Lima Telfs 4669110 - 4667961, Fax 2760620
Correo Kapalasa@Kapala.pe

ENSAYO MARSHALL AASHTO T-245 ASTM D1559

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS		
OBRA	"DISEÑO DE PAVIMENTO CON MEZCLA RECICLADA PARA REUTILIZARLOS Y OPTIMIZAR COSTOS"	ING° RESP : KEYN E. JUAREZ VARGAS
LUGAR	: LURIGANCHO-CHOSICA	TECNICO : DANTE PALACIOS E.
SOLICITANTE	: TESISTA JASMANI VALENZUELA CRISOSTOMO	FECHA : 9-05-2019

ENSAYO DE INDICE DE COMPACTIBILIDAD



N° de Muestras	1	2	3	4	5	6
N° de Golpes Marshall	50	50	50	5	5	5
% de Cemento Asfáltico	5.73	5.73	5.73	5.73	5.73	5.73
1.- Peso Briqueta al Aire	1222.4	1223.0	1221.1	1223.3	1216.3	1225.1
2.- Peso Briqueta Saturada con Superf. Seca	1225.3	1225.3	1223.8	1241.0	1233.2	1241.8
3.- Peso por Desplazamiento	728.5	727.5	726.5	704.2	696.8	703.4
4.- Volumen de la Briqueta	496.8	497.8	497.3	536.8	536.4	538.4
5.- Peso Unitario (Gr. cc)	2.461	2.457	2.455	2.279	2.268	2.275
PROMEDIOS	2.458			2.274		

2.458	2.274
50	5

1
GEB(50) - GEB(5)

% IC = 5.4

OBSERVACIONES Cumple con el % mínimo especificado para mezclas asfálticas (mínimo 5%) MAC-2

CONSTRUCTORA KAPALA S.A

DANTE PALACIOS E.
 Tec. de Laboratorio

CONSTRUCTORA KAPALA S.A

KEYN EROL
 JUAREZ VARGAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 228402



constructora kapala

Jr.Paita N° 161,Zona Industrial S.J.M-Lima Telfs 4669110 - 4667961, Fax 2760620
Correo Kapalasa@Kapala.pe

PESO ESPECIFICO TEORICO MAXIMO DE MEZCLAS ASFALTICAS NORMA ASTM D2041, AASHTO T209, MTC E508

OBRA :
LUGAR : LURIGANCHO CHOSICA
SOLICITANTE : TESISTA JASMANI VALENZUELA CRISOSTOMO
ING° RESP : KEYN E. JUAREZ VARGAZ
TECNICO : DANTE PALACIOS E.
FECHA : 9/05/2019

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : MAT.FRESADO DE OBRA. " D "
MUESTRA : MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE MAC-2

Muestra N°	13	14	15			
Tipo de mezcla	MAC-2	MAC-2	MAC-2			
% de asfalto	6.50	6.50	6.50			
1- Peso del frasco						
2-Peso del frasco + agua 25°C	7612.5	7612.5	7612.5			
3-Diferencia del peso 4 - 5	7132.5	7132.5	7131.5			
4-Peso del frasco + muestra + agua 25°C	8359.0	8357.5	8358.5			
5-Peso neto de la muestra	1226.5	1225.0	1227.0			
6-Agua desplazada 2 - 3	480.0	480.0	481.0			
Peso especifico teorico maximo de la muestra 5 / 6	2.555	2.552	2.551			
Promedio		2.553				

Muestra N°	1	2	3			
Tipo de mezcla	MAC-2	MAC-2	MAC-2			
% de asfalto	5.80	5.80	5.80			
1- Peso del frasco						
2-Peso del frasco + agua 25°C	7612.5	7612.5	7612.5			
3-Diferencia del peso 4 - 5	7138.0	7137.5	7135.0			
4-Peso del frasco + muestra + agua 25°C	8363.0	8361.5	8363.5			
5-Peso neto de la muestra	1225.0	1224.0	1228.5			
6-Agua desplazada 2 - 3	474.5	475.0	477.5			
Peso especifico teorico maximo de la muestra 5 / 6	2.582	2.577	2.573			
Promedio		2.577				

CONSTRUCTORA KAPALA S.A.

DANTE PALACIOS E.
Tec. de Laboratorio

CONSTRUCTORA KAPALA S.A.

KEYN EROL
JUAREZ VARGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 228402



constructora kapala

Código: CVL-LAB-EXT-0216
Revisión: "Ex-25"
Fecha: 06-02-2019

Jr. Paita N° 161, Zona Industrial S.J.M-Lima Telfs 4669110 - 4667961, Fax 2760620
Correo: Kapalasa@Kapala.pe

LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

METODO ASTM D4318, AASHTO T89, AASHTO T90, MTC E 110, MTC E 111

OBRA :
LUGAR : LURIGANCHO-CHOSICA
SOLICITANTE : TESISTA JASMANI VALENZUELA CRISOSTOMO
ING° RESP : K.E.J.V.
TECNICO : DANTE PALACIOS E.
FECHA : 9-02-2019

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : -
MUESTRA : Materila de Fresado Obra Carabayllo Av. Jose Pardo
Malla: # 40

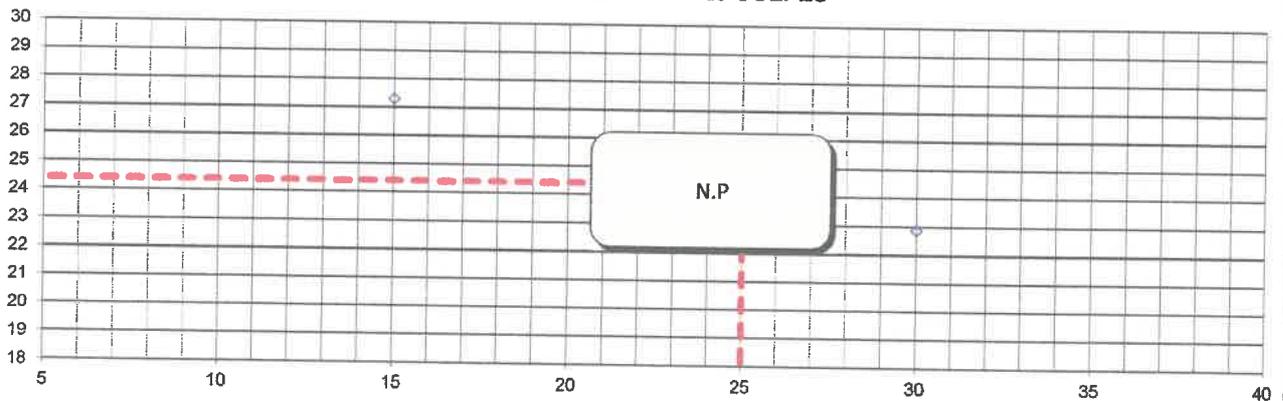
LIMITE LIQUIDO (ASTM D4318, AASHTO T89, MTC E110)

N° Tarro	2	5	3		
Peso Tara + Suelo Humedo (g)				N.P	
Peso Tara + Suelo Seco (g)					
Peso del Agua (g)					
Peso de Tara (g)					
Peso del Suelo Seco (g)					
Contenido de Humedad (%)					
Numero de Golpes					

LIMITE PLASTICO E INDICE PLASTICO (ASTM D4318, AASHTO T90, MTC E111)

N° Tarro					
Peso Tara + Suelo Humedo (g)				N.P	
Peso Tara + Suelo Seco (g)					
Peso del Agua (g)					
Peso de Tara (g)					
Peso del Suelo Seco (g)					
Contenido de Humedad (%)					Limite Líquido Limite Plástico Indice Plasticidad

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	
LIMITE PLASTICO	
INDICE DE PLASTICIDAD	

OBSERVACIONES

Cumple con el % maximo permitido para su uso en mezclas asfalticas en caliente (maximo 4%)

CONSTRUCTORA KAPALA S.A

Dante Palacios E.
Tec. de Laboratorio

CONSTRUCTORA KAPALA S.A.

ING. RESPONSABLE

REBYN EROL
JUAREZ VARGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 228402



constructora kapala

Código: CVL-LAB-EXT-0215
Revisión: "Ex-24"
Fecha: 06-02-2019

Jr. Paita N° 161, Zona Industrial S.J.M-Lima Telfs 4669110 - 4667961, Fax 2760620
Correo Kapalasa@Kapalasa.com

ANGULARIDAD DEL AGREGADO FINO
(NORMA MTC E222, NATIONAL AGREGATES ASSOCIATION)

OBRA : -
LUGAR : LURIGANCHO-CHOSICA
SOLICITANTE : TESISTA JASMANI VALENZUELA CRISOSTOMO
ING° RESP : K.E.J.V.
FECHA : 7.02.2019

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : Fresado de Obra Carabayllo Av. Jose Pardo
MUESTRA : ARENA RECICLADA FRESADO
pasa N° 8 - Ret N° 200

		N° de Muestras			Promedio
		1	2	3	
Peso del recipiente + muestra	(Kg)	12784	12760	12784	12776
Peso del recipiente	(Kg)	7968	7968	7968	7968
Peso de la muestra (W)	(Kg)	4816	4792	4816	4808
Gravedad Especifica Bruta (Gsb)	(cc)	2.754	2.754	2.754	2.754
Volumen del Molde (V)	(m3)	3029	3029	3029	3029
Volumen del Agregado Fino (W/Gsb)	(m3)	1749	1740	1749	1746
Angularidad del Agregado Fino (W/Gsb) * V * 100	V-	42.3	42.6	42.3	42.4

Observaciones: Material secado en planta a 140°C
Molde usado de Proctor Modificado con base y collarin
Cumple con el % minimo especificado (Transito en 10° ESALS < 3 - profun. < 100 mm = minimo 40) IEG-2000

CONSTRUCTORA KAPALA S.A

Dante Palacios E.
Tec. de Laboratorio

CONSTRUCTORA KAPALA S.A

ING. RESPONSABLE

KEBYN EROL
JUAREZ VARGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 228402



constructora kapala

Código: CVL-LAB-EXT-0217
Revisión: "Ex-24"
Fecha: 06-02-2019

Jr.Paita N° 161,Zona Industrial S.J.M-Lima Telfs 4669110 - 4667961, Fax 2760620
Correo Kapala@Kapala.pe

EQUIVALENTE DE ARENA

(NORMA MTC E114, ASTM D2419, AASHTO T-176)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA :
TRAMO :-
SOLICITANTE : TESISTA JASMANI VALENZUELA CRISOSTOMO
ING° RESP : K.E.J.V.
TECNICO : DANTE PALACIOS E.
FECHA : 10/02/2019

CANTERA : Materila de Fesado Obra Carabaylo Av.Jose Pardo
MUESTRA : ARENA RECICLADA FRESADO

		IDENTIFICACION		
		1	2	3
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm	4.75	4.75	4.75
Hora de entrada a saturación		11:22	11:24	11:26
Hora de salida de saturación (mas 10")		11:32	11:34	11:36
Hora de entrada a decantación		11:33	11:35	11:37
Hora de salida de decantación (mas 20")		11:53	11:55	11:57
Altura máxima de material fino	plg	6.1	6.0	6.2
Altura máxima de la arena	plg	3.7	3.6	3.6
Equivalente de Arena	%	60.7	60.0	58.1
Redondear al entero inmediato superior	%	61	60	59
Promedio redondear al entero inmediato superior	%		60	

Observaciones : Cumple con el % minimo especificado para mezcla asfaltica en caliente (minimo 50%)

CONSTRUCTORA KAPALA S.A

DANTE PALACIOS E.
Tec. de Laboratorio

CONSTRUCTORA KAPALA S.A.

ING. RESPONSABLE

KEBYN EROL
JUAREZ VARGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 228402



constructora kapala

Código: CVL-LAB-EXT-0218
Revisión: "Ex-25"
Fecha: 06-02-2019

Jr.Paita N° 161, Zona Industrial S.J.M-Lima Telfs 4669110 - 4667961, Fax 2760620
Correo Kapalasa@Kapalasa.com

SALES SOLUBLES TOTALES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

METODO MTC E219, NORMA LNY-8(CHILE)

OBRA : -
LUGAR : LURIGANCHO -CHOSICA
SOLICITANTE : Tesisista Jasmani Valenzuela Crisostomo

ING° RESP : K.E.J.V.
TECNICO : DANTE PALACIOS E.
FECHA : 8/02/2019

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : -
MUESTRA : Fresado de Obra Carabayllo Av. Jose Pardo
TAMAÑO : > N° 4

NUMERO DE ENSAYO		1			
A - Peso de la muestra secada al horno 110°C	gr	506.6			
B - Peso del agua sobrenadante en matraz aforado	gr	513.7			
C - Peso de alicuota de agua sobrenadante	gr	108.6			
D - Peso de alicuota cristalizada 110°C	gr	0.08			
E - Producto de alicuota - peso total de muestra (C * A)	gr	55017			
F - Volumen total de muestra cristalizada (D * B)	gr	41.1			
F - Volumen total de sales (E / F)	gr	1338.74			
G - % total de sales solubles $1 / F * 100$	gr	0.0747			

Observaciones : Cumple con el % especificado para mezclas asfálticas (< 0.5 %)

CONSTRUCTORA KAPALA S.A

Dante Palacios E.
Tec. de Laboratorio

CONSTRUCTORA KAPALA S.A.

ING. RESPONSABLE
KEBYN EROL
JUAREZ VARGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 228402



constructora kapala

Código: CVL-LAB-EXT-0214
Revisión: "Ex-23"
Fecha: 06-02-2019

DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO O SULFATO DE MAGNESIO

(NORMA MTC E 209, ASTM - C - 88, AASHTO T104)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : -
TRAMO : -
SOLICITANTE : TESISIA JASMANI VALENZUELA CRISOSTOMO

ING° RESP: K.E.J.V.
TECNICO : D.P.F.
FECHA : 7/02/2019
REGISTRO: Diseño

CANTERA : -
MUESTRA : Muestra de fresado Obra Curabayllo Av. Jose Pardo

AGREGADO FINO

Solucion usada : Sulfato de Magnesio

TAMAÑO	PESO REQUERIDO (g)	RECIPIENTE N°	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	PERDIDA		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA	
					PESO	%			
3 8"	N° 04	100	1	100	95.0	5.0	5.0	17.3	0.87
N° 04	N° 08	100	2	100	89.6	10.4	10.4	21.2	2.20
N° 08	N° 16	100	3	100	85.6	14.4	14.4	16.5	2.38
N° 16	N° 30	100	4	100	80.6	19.4	19.4	15.0	2.91
N° 30	N° 50	100	5	100	81.2	18.8	18.8	12.5	2.35
TOTALES									10.71

Observaciones : El escalonado original proviene del porcentaje retenido del analisis granulometria del Ag. Fino (promedio analisis granulometricos)

CONSTRUCTORA KAPALA S.A


Dante Palacios E.
Tec. de Laboratorio

CONSTRUCTORA KAPALA S.A.

ING. RESPONSABLE


KEBYN EROL
JUAREZ VARGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 228402



constructora kapala

Código: CVL-LAB-EXT-0213
Revisión: "Ex-25"
Fecha: 06-02-2019

Jr. Paita N° 161, Zona Industrial S.J.M-Lima Telfs 4669110 - 4667961, Fax 2760620
Correo: kapalasa@kapala.pe

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS
(METODO ASTM D4791)

OBRA : -
LUGAR : LURIGANCHO -CHOSICA
SOLICITANTE : TESISTA JASMANI VALENZUELA CRISOSTOMO

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : -
MUESTRA : Frenado de Material Obra Corobajo Av. Jose Pardo

MATERIAL	Retiene	Peso Ret	% Ret	Peso Particulas de muestra (Pp)	Peso Particulas Relacion/Longitud/Espesor 1:3	% Particulas	Promedio Ponderales	Observaciones
Pasa 2 1/2"	2"							
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.000	
3/4"	1/2"	223.0	17.4	1125.8	68.2	6.1	105.130	se tomaron 200 particulas
1/2"	3/8"	311.0	24.2	452.3	32.1	7.1	171.765	se tomaron 200 particulas
3/8"	1/4"	751.0	58.4	166.4	17.6	10.6	618.153	se tomaron 200 particulas
1/4"	# 4							
< #4								
TOTAL		1285.0	100.0				9.0	
% de Particulas Chatas y Alargadas			9.0					

OBSERVACIONES: Equipo usado (comparador de 2 postes fijos)

OBSERVACIONES: Cumple el % maximo especificado 10 %

CONSTRUCTORA KAPALA S.A.

Dante Palacios E.
Tec. de Laboratorio

CONSTRUCTORA KAPALA S.A.

ING. RESPONSABLE

KEBYN EROL
JUAREZ VARGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 229402



constructora kapala

Código: CVL-LAB-EXT-0211
Revisión: "Ex-20"
Fecha: 07-02-2019

DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO O SULFATO DE MAGNESIO

(NORMA MTC E 209, ASTM-C-88, AASHTO T104)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

OBRA : - **ING° RESP:** KHEVIN EROL JUAREZ V.
TRAMO : - **TECNICO** : N.C.P.
SOLICITANTE : Tesista JASMANI VALENZUELA CRISOSTOMO **FECHA** : 14-02-2019
REGISTRO: Diseño
CANTERA : -
MUESTRA : Fresado Obra Carabayllo-Av. Jose Pardo

AGREGADO GRUESO

Solucion usada : Sulfato de Magnesio

TAMAÑO		PESO REQUERIDO (g)	RECIPIENTE N°	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	PERDIDA		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA
						PESO	%		
1 1/2"	1"	1000	1						
1"	3/4"	500	2						
3/4"	1/2"	670	3	676	589.6	85.9	12.7	14.8	1.88
1/2"	3/8"	330	4	338	297.1	41.3	12.2	17.3	2.12
3/8"	4"	300	5	305	241.3	64.0	21.0	67.9	14.23
TOTALES									18.22

Observaciones : El escalonado original proviene del porcentaje retenido del analisis granulometria de los lavados que se realizo al material de fresado del Ag. Grueso (promedio analisis granulometricos). Tener en cuenta el materila fue estraido del Fresado de una Obra para propósitos de investigacion. Se recomendo al solicitante proseguir con el ensayo de diseño de mezcla ya que el 0.22% que sobrepasa el parametro establecido por el EG-2013 no afectara en la mezcla asfáltica

CONSTRUCTORA KAPALA S.A


Nilson Cotera Pavis
Tec. de Laboratorio

CONSTRUCTORA KAPALA S.A.

ING. RESPONSABLE


KHEVIN EROL
JUAREZ VARGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 228402



constructora kapala

Código: CVL-LAB-EXT-0212
Revisión: "19"
Fecha: 05-02-2019

Jr. Paita N° 161, Zona Industrial S.J.M-Lima Telfs 4669110 - 4667961, Fax 2760620
Correo Kapalasa@Kapala.pe

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS
(METODO MTC E210 ASTM D5821)

OBRA : - **ING° RESP** : KEBYN EROL JUAREZ V.
LUGAR : LURIGANCHO-CHOSICA **TECNICO** : NILTON COTERA POVIS.
SOLICITANTE : Tesista Jasmani Valenzuela Crisostomo **FECHA** : 7/02/2019

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : Material de Fresado Obra Carabayllo-Av. Jose Pardo
MUESTRA : PIEDRA CHANCADA

A.- Con una Cara Fracturada (%)

Pasa Tamiz	Retiene Tamiz	A (grs)	B (grs)	C ((B/A)*100)	D (%)	E (C * D)
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"	1095.6	825.6	75.4	50.3	3790.4
1/2"	3/8"	255.0	145.6	57.1	11.7	668.0
Total		1350.6	971.2		62.0	4458.5

Porcentaje con una cara fracturada $\frac{\text{Total E}}{\text{Total D}} = 72$

B.- Con dos Cara Fracturada (%)

Pasa Tamiz	Retiene Tamiz	A (grs)	B (grs)	C ((B/A)*100)	D (%)	E (C * D)
1 1/2"	1"					
1"	3/4"					
3/4"	1/2"					
1/2"	3/8"					
Total						

Porcentaje con dos cara fracturada $\frac{\text{Total E}}{\text{Total D}}$

Observaciones :

- 01 Cara Fracturada minimo 75% No cumple 3
- 02 Cara Fracturada minimo 50% No es requisito

NOTA: Solo se considera cara fracturada a la que haya sido obtenida por el proceso de trituracion y represente mas del 25% de la particula

CONSTRUCTORA KAPALA S.A.

NILTON COTERA POVIS
Tec. de Laboratorio

CONSTRUCTORA KAPALA S.A.

ING. RESISTENCIA DE
KEBYN EROL
JUAREZ VARGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 228402



constructora kapala

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)
ASTM C 131/C131M-14

Código: CVL-LAB-EXT-0210
Revisión: "19"
Fecha: 05-02-2019

DATOS DEL PROYECTO

PROYECTO

CONTRATANTE TESISTA JASMANI VALENZUELA C.
CONTRATADO -
SUPERVISION -
UBICACIÓN LURIGANCHO-CHOSICA

CODIGO DE MUESTRA:
MUESTREADO POR : JASMANI VALENZUELA C.
ENSAYADO POR : NILTON COTERA POVIS
FECHA DE ENSAYO : 8/02/2019

DATOS DE LA MUESTRA

Tipo material: Fresado de Proyecto-Caraballo Av. Jose Pardo Cantera: -
Ubicación de Muestra: Acopio Kapala
Fecha de Muestreo: - Calicata: - Progresiva: -
Profundidad: Lado: izquierdo Nro de Muestra: M-1

DATOS DEL ENSAYO

TAMIZ	GRADACIONES			
	A	B	C	D
1 1/2" 1"			0.00	
1" 3/4"			0.0	
3/4" 1/2"			0.0	
1/2" 3/8"			2500.0	
3/8" No 4			2500.0	
PESO TOTAL			5000.0	
Retenido en la malla N° 12			4,165	
Que pasa en la malla N° 12			835	
N° de Esferas			8	
Peso de las Esferas			5025	
% Desgate			16.7%	

OBSERVACIONES :

Especificacion Tecnica Maximo 25 %

CONSTRUCTORA KAPALA S.A

Nilton Cotera Povis
Tec. de Laboratorio

CONSTRUCTORA KAPALA S.A.

ING. RESPONSABLE

KEBYN EROL
JUAREZ VARGAS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 223402

INFORME DE JUICIO DE EXPERTOS

1. DATOS GENERALES

1.1.- APELLIDOS Y NOMBRES: Brian Alfredo López Talavera
 1.2.- PROFESION: Ing Civil
 1.3.- INSTITUCION DONDE TRABAJA: CIU II
 1.4.- CARGO QUE DESEMPEÑO: Esp de Calidad
 1.5.- TIEMPO DE EXPERIENCIA LABORAL: 3.6 años, especialista en calidad

2.- VALIDACIÓN

Componentes	Criterios	Grado de validez		
		Alta	Medi a	Baja
		3	2	1
Diseño de Mezcla	¿Qué grado de validez les otorga al Diseño de Pavimento con Mezcla Reciclada para Reutilizarlos y Optimizar Costos?	X		
Verificación de Parámetros	¿Qué grado de validez les otorga a los ensayos ejecutados para la verificación de Parámetros de Diseño de Mezcla Reciclada?	X		
Efectos físicos y mecánicos	¿Qué grado de validez les otorga a los procesos realizados para definir los efectos físicos y mecánicos en el diseño de mezcla reciclada?	X		
Optimización de Costos	¿Qué grado de validez les otorga a los costos propuestos en el diseño de mezcla reciclada?	X		

3.- RESULTADOS

Valoración total:

Opinión: VALIDADA
 NO VALIDADA


CONSORCIO INTEGRACIÓN VIAL II
 Ing. Brian Alfredo López Talavera
 Ingeniero en Control de Calidad
 CIP 185246

INFORME DE JUICIO DE EXPERTOS

1. DATOS GENERALES

- 1.1.-APELLIDOS Y NOMBRES: Malaga Madueño Luis NoeL
- 1.2.-PROFESION: Ingeniero Civil
- 1.3.-INSTITUCION DONDE TRABAJA: EROLMA
- 1.4.-CARGO QUE DESEMPEÑO: Ingeniero de Proyecto
- 1.5.-TIEMPO DE EXPERIENCIA LABORAL: 15 años de exp. profesional

2.- VALIDACIÓN

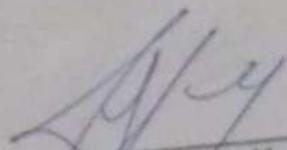
Componentes	Criterios	Grado de validez		
		Alta	Medi a	Baja
		3	2	1
Diseño de Mezcla	¿Qué grado de validez les otorga al Diseño de Pavimento con Mezcla Reciclada para Reutilizarlos y Optimizar Costos?	X		
Verificación de Parámetros	¿Qué grado de validez les otorga a los ensayos ejecutados para la verificación de Parámetros de Diseño de Mezcla Reciclada?	X		
Efectos físicos y mecánicos	¿Qué grado de validez les otorga a los procesos realizados para definir los efectos físicos y mecánicos en el diseño de mezcla reciclada?	X		
Optimización de Costos	¿Qué grado de validez les otorga a los costos propuestos en el diseño de mezcla reciclada?	X		

3.- RESULTADOS

Valoración total:

Opinión: VALIDADA

NO VALIDADA


Luis Angel Malaga Madueño
 INGENIERO CIVIL
 CIP 81777
 Cel.: 958542285

INFORME DE JUICIO DE EXPERTOS

1. DATOS GENERALES

1.1.- APELLIDOS Y NOMBRES: Yapo Merma, Julio Cesar
 1.2.- PROFESION: Ing. CIVIL
 1.3.- INSTITUCION DONDE TRABAJA: ERALMA
 1.4.- CARGO QUE DESEMPEÑO: Jefe de Producción
 1.5.- TIEMPO DE EXPERIENCIA LABORAL: 18 años.

2.- VALIDACIÓN

Componentes	Criterios	Grado de validez		
		Alta	Medi a	Baja
		3	2	1
Diseño de Mezcla	¿Qué grado de validez les otorga al Diseño de Pavimento con Mezcla Reciclada para Reutilizarlos y Optimizar Costos?	X		
Verificación de Parámetros	¿Qué grado de validez les otorga a los ensayos ejecutados para la verificación de Parámetros de Diseño de Mezcla Reciclada?	X		
Efectos físicos y mecánicos	¿Qué grado de validez les otorga a los procesos realizados para definir los efectos físicos y mecánicos en el diseño de mezcla reciclada?	X		
Optimización de Costos	¿Qué grado de validez les otorga a los costos propuestos en el diseño de mezcla reciclada?		X	

3.- RESULTADOS

Valoración total:

Opinión: VALIDADA X
 NO VALIDADA _____

CONSORCIO INTEGRACIÓN VIAL II

Ing. Julio Yapo M.
 CIP N° 75440

INFORME DE JUICIO DE EXPERTOS

1. DATOS GENERALES

- 1.1.- APELLIDOS Y NOMBRES: Lopez Anevala Cesar Augusto
- 1.2.- PROFESION: Ingeniero Civil
- 1.3.- INSTITUCION DONDE TRABAJA: Consortio Supervisor Yura III
- 1.4.- CARGO QUE DESEMPEÑO: ESP. en Suelo y Pavimentos
- 1.5.- TIEMPO DE EXPERIENCIA LABORAL: 2.0 años

2.- VALIDACIÓN

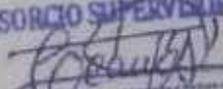
Componentes	Criterios	Grado de validez		
		Alta	Medi a	Baja
		3	2	1
Diseño de Mezcla	¿Qué grado de validez les otorga al Diseño de Pavimento con Mezcla Reciclada para Reutilizarlos y Optimizar Costos?	X		
Verificación de Parámetros	¿Qué grado de validez les otorga a los ensayos ejecutados para la verificación de Parámetros de Diseño de Mezcla Reciclada?		X	
Efectos físicos y mecánicos	¿Qué grado de validez les otorga a los procesos realizados para definir los efectos físicos y mecánicos en el diseño de mezcla reciclada?		X	
Optimización de Costos	¿Qué grado de validez les otorga a los costos propuestos en el diseño de mezcla reciclada?	X		

3.- RESULTADOS

Valoración total:

Opinión: VALIDADA X

NO VALIDADA _____

CONSORCIO SUPERVISOR YURA III

 Ing. César Augusto López Anevala
 ESP. EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP. 42624

INFORME DE JUICIO DE EXPERTOS

1. DATOS GENERALES

1.1.- APELLIDOS Y NOMBRES: CHOQUEGONZA CONDORI JESUS

1.2.- PROFESION: ING. CIVIL

1.3.- INSTITUCION DONDE TRABAJA: CONSORCIO INTEGRACION VIAL II

1.4.- CARGO QUE DESEMPEÑO: ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

1.5.- TIEMPO DE EXPERIENCIA LABORAL: 10 AÑOS

2.- VALIDACIÓN

Componentes	Criterios	Grado de validez		
		Alta	Medi a	Baja
		3	2	1
Diseño de Mezcla	¿Qué grado de validez les otorga al Diseño de Pavimento con Mezcla Reciclada para Reutilizarlos y Optimizar Costos?	✓		
Verificación de Parámetros	¿Qué grado de validez les otorga a los ensayos ejecutados para la verificación de Parámetros de Diseño de Mezcla Reciclada?	✓		
Efectos físicos y mecánicos	¿Qué grado de validez les otorga a los procesos realizados para definir los efectos físicos y mecánicos en el diseño de mezcla reciclada?	✓		
Optimización de Costos	¿Qué grado de validez les otorga a los costos propuestos en el diseño de mezcla reciclada?	✓		

3.- RESULTADOS

Valoración total: 12

Opinión: VALIDADA

NO VALIDADA

CONSORCIO INTEGRACION VIAL II

Ing. Jesús G. Choquegonza Condori
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
REG. CIP Nº 116638

INFORME DE JUICIO DE EXPERTOS

1. DATOS GENERALES

1.1.- APELLIDOS Y NOMBRES: Sono y Sono Roberto

1.2.- PROFESION: Ingeniero Civil

1.3.- INSTITUCION DONDE TRABAJA: CIV II

1.4.- CARGO QUE DESEMPEÑO: Residente de Obra

1.5.- TIEMPO DE EXPERIENCIA LABORAL: 20 años de experiencia

2.- VALIDACIÓN

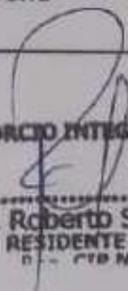
Componentes	Criterios	Grado de validez		
		Alta 3	Medi a 2	Baja 1
Diseño de Mezcla	¿Qué grado de validez les otorga al Diseño de Pavimento con Mezcla Reciclada para Reutilizarlos y Optimizar Costos?	✓		
Verificación de Parámetros	¿Qué grado de validez les otorga a los ensayos ejecutados para la verificación de Parámetros de Diseño de Mezcla Reciclada?	✓		
Efectos físicos y mecánicos	¿Qué grado de validez les otorga a los procesos realizados para definir los efectos físicos y mecánicos en el diseño de mezcla reciclada?	✓		
Optimización de Costos	¿Qué grado de validez les otorga a los costos propuestos en el diseño de mezcla reciclada?	✓		

3.- RESULTADOS

Valoración total:

Opinión: VALIDADA _____
 NO VALIDADA _____

CONSORCIO INTEGRACIÓN VIAL II



Ing. Roberto Sono y Sono
 RESIDENTE DE OBRA
 N.º 47007