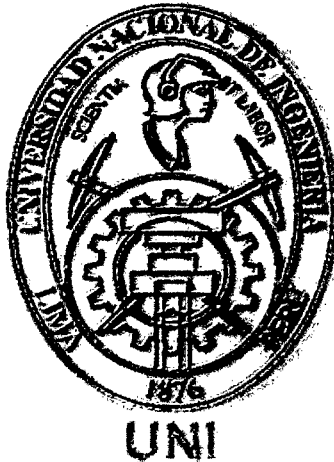


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**“CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA RECICLADO DE
MEZCLAS ASFÁLTICAS. APLICACIÓN A LA
CARRETERA SAN MATEO – LA OROYA TRAMO III ”**

TESIS

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

NANCY MARIELA TAFUR GARRO

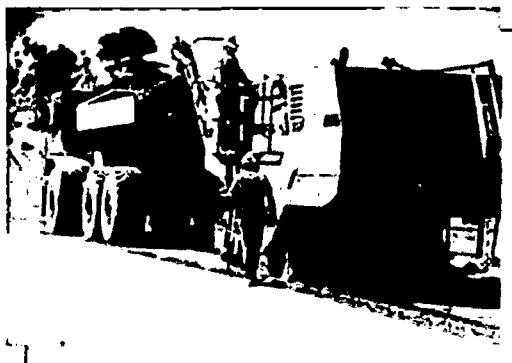
LIMA-PERU

2005

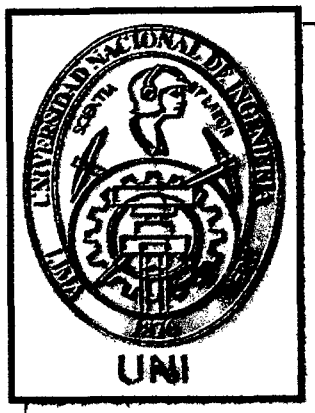
Digitalizado por:

Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse

**“CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA RECICLADO
DE MEZCLAS ASFÁLTICAS.
APLICACIÓN A LA CARRETERA SAN MATEO - LA
OROYA TRAMO III”**



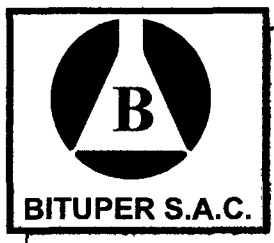
¡ GRACIAS A LOS AUSPICIADORES DE ESTA TESIS !



LABORATORIO CENTRAL



EMULSIONES
ESPECIALES S.A.C.



BITUPER S.A.C.



EMULSIONES ASFÁLTICAS



CESEL INGENIEROS



CORPORACIÓN SAGITARIO



PROVIAS NACIONAL

DEDICADO A :

**A mis padres el Sr. Zenobio TAFUR ANZUALDO y
la Sra. Carmen GARRO de TAFUR, por ser siempre
ellos la inspiración en cada meta trazada.**

AGRADESCO A :

A DIOS, por darme las fuerzas necesarias para la culminación de esta meta.

A mi Asesor de tesis el Ing. Gustavo Llerena Cano por darme la oportunidad de conocer e investigar un tema nuevo e interesante mas aún en el Laboratorio N° 1 de Asfaltos del Perú, la Oficina de Apoyo Tecnológico OAT.

Al Ing. Manuel Cruz Bermeo por sus enseñanzas y recomendaciones durante la elaboración de la tesis que permitieron la presentación de esta.

A los amigos INGENIEROS y TÉCNICOS de las diferentes salas de la **Oficina de Apoyo Tecnológico** por su enseñanza, ayuda y colaboración, en especial la Ing. Esther Nieto, el Ing. Juan C. Flores, el **Sr. Tec. Carlos Peláez** y los **Srs. Tecs. de la sala de Asfaltos.**

Al Sr. Gilmer R. Sánchez del **Archivo Central de Provias Nacional**, por su gentil atención.

A los amigos y amigas colegas y futuros colegas en especial los de la **UNI-FIC** que de alguna que otra forma colaboraron e incentivaron en el desarrollo de este tema.

Aunque el viento sople en contra, la poderosa obra continúa,.... pon amor en todo lo que está a tu alcance, Encara tus obligaciones con satisfacción y cuando te propongas hacer algo,.....¡¡¡MÉTETE DE CABEZA!!!!

No dejes que termine el día sin haber crecido un poco, sin haber sido feliz,... sin haber aumentado tus sueños.

La vida, por muy dura que se ponga a veces, se ve mejor detrás de una pequeña sonrisa.

EL AUTOR

Email: nmtg_77@yahoo.es

INDICE

	Pág.
CAPITULO I : INTRODUCCIÓN AL TEMA DE ESTUDIO	8
1.1 INTRODUCCIÓN	9
1.2 JUSTIFICACIÓN	11
1.3 MARCO TEÓRICO	12
1.3.1 Pavimento: Definiciones.	12
1.3.2 Factores que Influyen en el Diseño.	15
1.3.3 Deterioro del Pavimento.	17
1.3.4 Mantenimiento y Rehabilitación del Pavimento.	20
1.3.5 Reciclado de Pavimentos.	24
1.3.6 Tipos de Reciclado de Pavimentos.	24
1.3.7 Ventajas del Reciclado.	32
1.4 ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACIÓN	33
CAPITULO II : ENFOQUE DEL TEMA DE ESTUDIO	34
2.1 INTRODUCCIÓN	35
2.2 ANTECEDENTES	35
2.3 PLANTEAMIENTO DE LA EVALUACIÓN	37
2.4 HIPÓTESIS	37
2.5 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	37
2.5.1 Evaluación de los Materiales.	37
2.5.2 Diseño de la Mezcla Reciclada.	42
CAPITULO III : DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	46
3.1 INTRODUCCIÓN	47
3.2 EVALUACIÓN EN CAMPO	47
3.2.1 Evaluación del Pavimento.	47
3.2.2 Muestreo de Materiales.	68
3.2.3 Conclusiones sobre el Pavimento Evaluado.	70
3.3 EVALUACION DE LABORATORIO	73
<hr/>	
Tesis : "CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA RECICLADO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS. APLICACIÓN A LA CARRETERA SAN MATEO – LA OROYA TRAMO III "	5

3.3.1 Material de Aporte.	73
3.3.2 Material Fresado (RAP), Tramo III.	90
3.3.3 Requerimientos para Reciclado en Caliente.	94
3.3.4 Requerimientos para Reciclado en Frío de Mezclas Asfálticas.	97
3.3.5 Resultados de Ensayos	97
CAPITULO IV : EVALUACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	134
4.1 REQUERIMIENTOS PARA RECICLADO EN CALIENTE	135
4.1.1 Introducción.	135
4.1.2 Materiales.	136
4.1.3 Especificaciones Técnicas.	137
4.1.4 Determinación del Optimo Contenido de Asfalto.	144
4.1.5 Formula de Trabajo Propuesta.	145
4.1.6 Conclusiones.	146
4.2 REQUERIMIENTOS PARA RECICLADO EN FRÍO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS	148
4.3 VALIDACIÓN DE HIPOTESIS: SUSTENTACIÓN	149
CAPITULO V : PROCESO CONSTRUCTIVO Y EQUIPO – ANÁLISIS DE COSTOS	151
5.1 INTRODUCCION	152
5.2 DISEÑO DEL PAVIMENTO	154
5.3 PROCESO CONSTRUCTIVO Y EQUIPO	156
5.3.1 Movimiento de Tierras	156
5.3.2 Sub Bases y Bases.	156
5.3.3 Pavimentos.	158
5.3.4 Señalización.	171
5.4 ANÁLISIS DE COSTOS	173
5.4.1 Metrados.	173

CAPITULO VI : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	181
BIBLIOGRAFÍA	186
ANEXOS	194

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN AL TEMA DE ESTUDIO

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN AL TEMA DE ESTUDIO.

1.1 INTRODUCCIÓN

El termino Reciclado de Pavimentos, en general, nace a mediados de la década del 70 a raíz de la crisis originada por el “embargo petrolero”, la que apremio la búsqueda de usos racionales de los derivados del petróleo (entre ellos el asfalto).

Los Ingenieros viales de diferentes países del mundo desarrollaron en forma incipiente la tecnología del reciclado en caliente, etapa que duro aproximadamente un año, al termino del cual se inicio la ejecución experimental de los primeros proyectos, siendo solo hasta 1980 donde se aplican de forma regular, dado que el reciclado es considerado ya, como una nueva alternativa de Rehabilitación de Pavimentos.

En América Latina, inicialmente el empleo de la tecnología del Reciclado se hizo de manera indiscriminada, teniendo como base solo criterios constructivos impartidos por fabricantes y/o distribuidores de maquinarias y equipos, ignorando por desconocimiento la necesidad de contar con **experiencia propia** en tramos experimentales, en los cuales se definieran parámetros fundamentales tanto de diseño de mezclas como de procedimientos constructivos. Esto lógicamente conlleva a la obtención de resultados variables (adecuados e inadecuados) careciéndose de los parámetros y criterios de evaluación para el análisis de los resultados obtenidos.

La presente investigación es un estudio de metodologías de Reciclado de Mezclas Asfálticas elaboradas y construidas con insumos y equipos disponibles en el medio, para de esta forma generar mayor información confiable que permita aminorar las estimaciones basadas en metodologías de otras realidades,

los cuales son buenos logros, que no necesariamente son aplicables directamente a nuestras condiciones.

En este sentido se ha tomado como ámbito de estudio la zona 1 de la carretera mas antigua y alta de nuestro país, la Carretera Central: San Mateo – La Oroya, entre las progresivas Km. 97+000 al Km. 176+300; separados en tres sub tramos: tramo I: San Mateo de Huanchor – Chicla, Km. 97+000 al Km. 118+000, Provincia de Huarochiri, tramo II: Chicla – Morococha, Km. 118+000 al Km. 145+000, Provincia de Yauli, tramo III: Morococha – La Oroya, Km. 145+000 al Km. 176+300, Provincia de Yauli; el sub tramo en estudio es parte del tramo III.

En estos tramos el Estado ha efectuado permanentemente inversiones en rehabilitación, al mismo tiempo cuenta con un nivel de estudios y registros sobre su comportamiento estructural.

Para la presente investigación, se han realizado ensayos con material propio de la zona; se recomienda revisar con mayor atención el Capitulo IV, por ser considerado este, la respuesta prioritaria en la Rehabilitación del tramo en investigación.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Una de las principales preocupaciones de nuestra civilización se encuentra en la conservación de materiales, protección del medio ambiente y la economía en los procesos de construcción y rehabilitación.

El reciclado de pavimentos asfálticos es un procedimiento que evidentemente presenta ventajas frente a otras alternativas de rehabilitación de carreteras, al ahorrar materiales y energía. Esta técnica se hace aun mas económico, ventajoso y competitivo; cuando hay escasez de agregados en la zona, o cuando existen dificultades para el almacenamiento o eliminación de los materiales recuperados, como es el caso de las áreas urbanas.

El reciclado de pavimentos asfálticos no es una técnica nueva, su historia data de varias décadas atrás. En países desarrollados, el grado de avance es notorio debido a la sofisticación de maquinaria y la adecuada capacitación de contratistas y operarios.

En resumen estimular el desarrollo del reciclado de material recuperado nos permitirá obtener beneficios obvios y tangibles. Lógicamente se persigue determinar la solución técnica-económica mas factible a emplear en la Rehabilitación de un Pavimento Flexible de una vía que no siempre será un reciclado, sino la que requiera menor inversión y garantice el tiempo de vida proyectado de las obras.

Sin embargo todavía no se cuenta con la tecnología completa para la producción de esta nueva técnica de rehabilitación en nuestro país y en la actualidad hay poca información existente.

Finalmente, es preciso indicar que gran parte de la motivación proviene de la necesidad de investigar especialmente aquellos aspectos útiles para nuestra realidad; con el objeto de orientar la investigación a la solución de los problemas nacionales.

1.3 MARCO TEÓRICO

1.3.1 Pavimento: Definiciones

a) Pavimento:

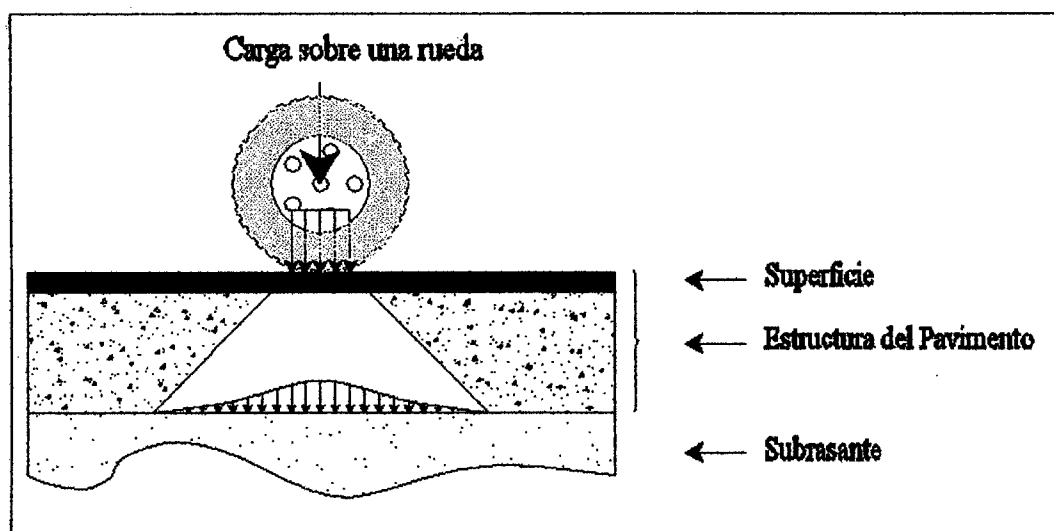
El pavimento es una estructura compuesta de capas de diferentes materiales que algunas veces se extiende hasta profundidades mayores a un metro.

La superficie o revestimiento, generalmente, es la única parte visible de un pavimento. La estructura del pavimento hace el trabajo de transferir la carga impartida sobre la superficie por los vehículos hacia el terreno de fundación (material natural o de cantera), definido o limitado por el nivel de subrasante.

Normalmente, la subrasante o terreno de fundación, es deficiente en términos de capacidad de resistencia. De esta forma, las cargas superficiales de alta intensidad generadas por el tráfico se distribuyen sobre una amplia área de subrasante, como se muestra en el Gráfico 1.1.

Gráfico 1.1: Transferencia de la carga a través de la estructura del pavimento.

Fuente: Nestor Huamán G.; IV Congreso Nacional del Asfalto: Diseño de Espesores— Pavimentos Asfálticos para calles y carreteras.



b) Componentes del Pavimento:

La estructura del pavimento esta compuesta generalmente de superficie de rodadura, base granular y sub-base granular, apoyado sobre el terreno de fundación o subrasante, debidamente compactado, cada una sirve para un propósito específico y diferente.

Como el trabajo de investigación es referido al Reciclado de Mezclas Asfálticas, se explican a continuación los términos mencionados anteriormente.

- Nivel de Subrasante

Es la línea definida en el diseño del perfil longitudinal y que marca la separación entre la estructura del pavimento y el terreno de fundación.

- Terreno de Fundación

A veces denominado simplemente subrasante, es el material propio o de cantera que recibe la estructura del pavimento. Las características de resistencia del terreno de fundación o material de subrasante, acompañado de las cargas del tráfico que recibirán durante el período de diseño, son los factores mas importantes que determinan el tipo de estructura del pavimento que se requiere para repartir la carga aplicada a la superficie hasta una magnitud que puede ser soportada sin deformación permanente.

En general, se requiere de pavimentos con estructuras gruesas para proteger las subrasantes de baja calidad; las capas en la parte superior de la estructura están sujetas a niveles de esfuerzos mas altos que los de la parte inferior y por consiguiente, necesitan ser construidas de un material mas resistente.

- Sub-base (Cimiento)

Es la capa de material seleccionado que se coloca encima de la subrasante. Tiene por finalidad servir de capa de drenaje al pavimento; controlar o eliminar en lo posible los cambios de volumen, elasticidad y plasticidad perjudiciales que pudiera tener el material de la subrasante; controlar la ascensión capilar del agua proveniente de las napas freáticas cercanas o de otras fuentes, protegiendo así el pavimento contra los hinchamientos que se producen en épocas de helada.

Este hinchamiento es causado por el congelamiento del agua capilar, fenómeno

que se observa especialmente en suelos limosos donde la ascensión capilar del agua es grande.

El material de la sub-base, debe ser seleccionado y tener mayor capacidad de soporte que el terreno de fundación compactado. Este material puede ser: arena, grava, granzón, escoria de los altos hornos, o residuos del material de cantera.

- Base (Firme)

Esta capa tiene por finalidad absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos y, además, repartir uniformemente estos esfuerzos a la sub-base y al terreno de fundación.

Las bases pueden ser granulares, o bien estar formadas por mezclas bituminosas o mezclas estabilizadas con cemento u otro material ligante.

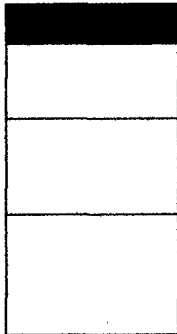
- Superficie de Rodadura Asfáltica

La superficie es la plataforma de contacto del pavimento con el tráfico y el medio ambiente, compuesta por una mezcla de agregados y cemento asfáltico, su función es proteger la estructura del pavimento, tanto del tráfico y del medio ambiente, proporcionando durabilidad e impermeabilidad.

El Gráfico 1.2 muestra los tipos de materiales que, típicamente, son utilizados en las estructuras del pavimento.

Gráfico 1.2: Capas típicas del pavimento.

Fuente: Wirtgen; Manual Wirtgen sobre Reciclaje en Frío.

Capas Típicas del Pavimento	Ubicación en el Estructura		Construido de:
		Superficie	
	Base		Asfalto / estabilizado con asfalto / estabilizado con cemento / granular
	Subbase		Estabilizado con asfalto / estabilizado con cemento / granular
	Subrasante		Estabilizado con cemento / granular / material in situ

1.3.2 Factores que Influyen en el Diseño

Las recomendaciones acerca de las variables de diseño varían según la clasificación de la viabilidad o el nivel del tráfico del diseño.

Para un tráfico mas pesado, se seleccionan valores mas conservadores, resultando en pavimentos de mayor espesor. Los requerimientos para el diseño de la mezcla asfáltica son mas estrictos para tráfico pesado que para tráfico liviano. Si el conocimiento de las propiedades de los suelos de subrasante y de los materiales de las capas del pavimento es escaso; y si el control de calidad de la construcción es inadecuado, mayor será la probabilidad de fallas prematuras y de mayores o mas elevados costos de mantenimiento.

a) Periodo de Diseño:

Un pavimento puede ser diseñado para soportar el efecto acumulativo de tráfico durante cualquier periodo de tiempo. El periodo seleccionado en años, para el cual se diseña el pavimento se denomina: Periodo de Diseño. Al termino de este periodo, o incluso dentro de el, puede esperarse que el pavimento requiere de trabajos de rehabilitación, usualmente sobre capa asfáltica, para devolverle su adecuado nivel de transitabilidad. El periodo de diseño sin embargo, no debe confundirse con la vida del pavimento o con el Periodo de Análisis. La vida del pavimento puede extenderse indefinidamente por diversas medidas de rehabilitación, hasta que la vía se torne obsoleta, por cambios de rasante, alineamientos u otros factores.

b) Capacidad Portante del Terreno:

La capacidad portante depende de la calidad, tipo o clasificación del suelo, y es uno de los factores mas importantes conjuntamente con las cargas de transito que ha de recibir.

- Si el terreno de fundación es pésimo, debe desecharse el material que lo compone, siempre que sea posible, y sustituirse este por un suelo de mejor calidad.

- Si el terreno de fundación es malo, habrá que colocar una sub-base de material seleccionado antes de poner la base.
- Si el terreno de fundación es regular o bueno, podría prescindirse de la sub-base.

c) Tráfico:

Un buen estudio del tráfico actual y una buena estimación de la tasa de crecimiento es importante para la estimación del EAL de diseño (número total de repeticiones de cargas patrón durante el periodo de diseño).

d) Clima:

Debido a que las mezclas asfálticas son susceptibles a la temperatura, es aconsejable utilizar diferentes grados de asfaltos de acuerdo a las condiciones de temperatura prevalecientes. La Tabla 1.1 recomienda grado de asfalto para diferentes condiciones de temperatura.

Tabla 1.1: Grado de asfalto para diferentes condiciones de temperatura.

Fuente: Nestor Huamán G.; IV Congreso Nacional del Asfalto: Diseño de Espesores— Pavimentos Asfálticos para calles y carreteras.

CONDICIÓN DE TEMPERATURA	GRADO DE ASFALTO	
Frío, temperatura promedio anual Anual < 7°C	AC-5 AR-2000 Pen 120/150	AC-10 AR-4000 Pen 85/100
Templado, temperatura promedio anual Anual entre 7°C y 24°C	AC-10 AR-4000 Pen 85/100	AC-20 AR-8000 Pen 60/70
Cálido, temperatura promedio anual > 24°C	AC-20 AR-8000 Pen 60/70	AC-30 AR-16000 Pen 40/50

1.3.3 Deterioro del Pavimento

Las deficiencias observadas en la superficie de los pavimentos, tanto flexibles como rígidos, constituyen manifestaciones de deterioro que pueden ser encuadradas en determinadas modalidades de rotura. Por el contrario, el número de mecanismos o causas que originan tales manifestaciones es muy extenso, dependiendo del tipo de pavimento.

En general, la literatura existente es coincidente en clasificar las fallas de los pavimentos en tres grandes modos de rotura o deterioro:

- Deformaciones y distorsiones
- Fisuraciones y agrietamientos
- Disgregaciones y desintegraciones.

A estos tres grupos cabe agregar otros de menor importancia en el aspecto estructural pero de significativa influencia en el aspecto superficial o bien en la seguridad de los usuarios, tales como exudaciones, deficiencias en las juntas de pavimentos de hormigón, etc.

Las causas que originan las distintas fallas se pueden agrupar en relación a los principales factores que afectan la durabilidad y comportamiento de un pavimento, y que se resumen a continuación:

- Tráfico por encima de lo previsto; incremento de las cargas circulantes ya sea en peso o en frecuencia, con respecto a las previstas en el diseño original, y que se traducen en un infradiseño.
- Falta de control de cargas y de presión de inflado de las llantas, estos efectos combinados conllevan a una situación que ningún diseño puede prever de manera eficiente.

- Deficiencias durante el proceso constructivo: espesores menores que los previstos, elaboración inadecuada de las mezclas y estabilizaciones, deficiencias en el proceso de distribución, compactación o terminación, factores todos que traen como consecuencia una disminución de la calidad real de los materiales y un debilitamiento estructural del pavimento.
- Deficiencias de proyecto, tales como el empleo de métodos de diseño que resultan inadecuados en la actualidad, incorrecta valoración de las características de los materiales empleados y de la subrasante, inadecuada dosificación de las mezclas, particularmente asfálticas o de hormigón, deficiente proyecto de la obra básica, no consideración de factores ambientales, etc.
- Factores ambientales regionales excesivamente desfavorables o que no pudieron proveerse en el proyecto y/o construcción, tales como la elevación de la napa freática, inundaciones, lluvias prolongadas, insuficiencias del drenaje superficial o profundo previsto, variaciones térmicas extensas, fenómenos de congelamiento, presencia de sales nocivas, etc.
- Deficiente mantenimiento por escasez de equipos, fondos o personal capacitado, por empleo de materiales y/o técnicas inadecuadas, o bien, por falta total de conservación.

La identificación del mecanismo o causa mas probable que ha conducido al desarrollo de una determinada falla es de fundamental importancia para la evaluación de la misma, aunque muchas veces resulte de difícil apreciación. Para tal fin, puede tenerse en cuenta primeramente la localización de la misma, su evolución en los distintos sectores del tramo, la consideración de los factores tránsito-clima-drenaje, etc. Una comprobación definitiva podrá obtenerse una vez finalizados los estudios de evaluación estructural.

La evaluación visual del estado de un pavimento se efectúa en base a la determinación detallada de todos los deterioros y fallas observables en la superficie transitable y visible del mismo, estableciéndose la ubicación, extensión y grado de magnitud de cada característica adversa.

Las dificultades mas grandes en este tipo de tarea son, por un lado, la forma de recoger y procesar en forma conveniente la información, y por el otro, la falta de uniformidad o acuerdo en la terminología a adoptar para designar un mismo tipo de falla por parte de distintas Instituciones gubernamentales, empresas y/o profesionales.

Existe una gran variedad de métodos y procedimientos para llevar a cabo relevamientos del deterioro de los pavimentos; asimismo, a la diversidad señalada se suman los distintos usos que se hacen de la información (planeamiento, rehabilitación, mantenimiento), factores todos que se traducen en una amplia dispersión de procedimientos para efectuar tales relevamientos, registrar, analizar, resumir y almacenar la información recabada.

La apreciación de las causas de las fallas observadas debe conducir a la diferenciación de dos casos limites en los que debe identificarse la falla analizada:

- Fallas de Superficie o Funcionales, comprenden aquellos defectos de la superficie de rodamiento debidos a fallas de la capa asfáltica superficial que no guardan relación con la estructura de la calzada.
- Fallas Estructurales, comprenden los defectos observados en la superficie de rodamiento cuyo origen es una falla en la estructura de la calzada, es decir, de una o mas de las capas constitutivas que deben resistir el complejo juego de sollicitaciones que impone el tránsito y el conjunto de factores ambientales.

En el caso de fallas superficiales se corrige la viabilidad de la carretera mediante tareas de conservación (pesaje y control de presión como parte del mantenimiento) o finalmente con solo regularizar la superficie y conferirle la necesaria impermeabilidad y rugosidad.

Lo opuesto ocurre cuando las fallas son estructurales, es necesario un refuerzo sobre el pavimento existente para que el conjunto responda a las exigencias del tránsito presente y futuro estimado, es decir, se requiere un significativo aumento de la capacidad portante del pavimento.

La necesidad de diferenciar ambos casos en base al origen de los defectos observados es evidente en razón de que las medidas correctivas, ya sea de mantenimiento o rehabilitación, dependerán de esta diferenciación.

1.3.4 Mantenimiento y Rehabilitación del Pavimento

Debido a los efectos del tráfico y del ambiente, todo pavimento requiere de mantenimiento. La gestión de mantenimiento preservan la superficie del pavimento, previenen el desgaste acelerado, así como mantienen la estabilidad de las capas granulares del pavimento.

Las actividades empleadas para mantener la condición presente y extender la vida de servicio del pavimento, son consideradas como Mantenimiento Preventivo, el cual incluye la colocación de capas de sello, tratamiento de fisuras, mantenimiento de las obras de drenaje etc.

El Mantenimiento Correctivo, pueden ser aquellas actividades empleadas para reparar un pavimento deteriorado y mantener una condición aceptable de Transitabilidad, el Mantenimiento Correctivo, puede incluir obras de bacheos superficiales y/o profundos, tratamientos superficiales, Slurry Seal y la colocación de sobrecapas delgadas de por lo menos una pulgada como mínimo, consideradas también como obras de rehabilitación.

La Rehabilitación Vial puede ser definida como la acción de llevar una carretera deteriorada a su condición requerida de servicio. De esta manera se entiende que las actividades de Rehabilitación implican el conocimiento del estado actual de la carretera, es decir, la necesidad de evaluar su condición tanto superficial como estructural.

La evaluación estructural de un pavimento comprende un complejo estudio analítico, cualitativo y cuantitativo, sobre su comportamiento en servicio, tanto en su aspecto superficial como en el estructural, tendiente a determinar no solo la naturaleza y alcance de las alteraciones de la superficie del pavimento, sino también los factores y causas que la producen y en que medida ellos inciden en el origen de tales deficiencias.

Los factores que afectan la durabilidad y comportamiento de un pavimento y que son por lo tanto responsables del deterioro de los mismos, solicitan al pavimento, que, como toda estructura, da respuestas cuya evaluación puede realizarse en base a los siguientes parámetros:

- Nivel de servicio (IRI)
- Deterioro del pavimento (fallas)
- Seguridad (resistencia al deslizamiento)
- Capacidad estructural (deformabilidad)

La variación de estos con el tiempo constituye la función de comportamiento o serviciabilidad del pavimento. Algunos de ellos son de carácter funcional (comodidad de manejo, seguridad) y se relacionan básicamente con la aceptación por parte de los usuarios, y sus costos de operación, mientras que otros son indicadores de la estructura del pavimento y de su probable evolución (relacionada con el futuro costo de los usuarios). Evidentemente la evaluación estructural da mayor importancia a estos últimos.

El objetivo del proceso de evaluación es llegar a un juicio sobre la capacidad estructural, en el que se sintetizan todos los estudios y en donde se debe

adoptar un sistema en el cual se elige el parámetro considerado prioritario para el proceso de rehabilitación. Es decir que, recién en este momento, entran en consideración los diferentes métodos de diseño de refuerzo disponibles, o bien los criterios de análisis relacionados con ellos.

Es conveniente que las actividades de diseño y construcción se orienten hacia el aporte de experiencias valédeas, que puedan incorporarse a una metodología desarrollada, para que gradualmente se obtengan resultados mas precisos y confiables.

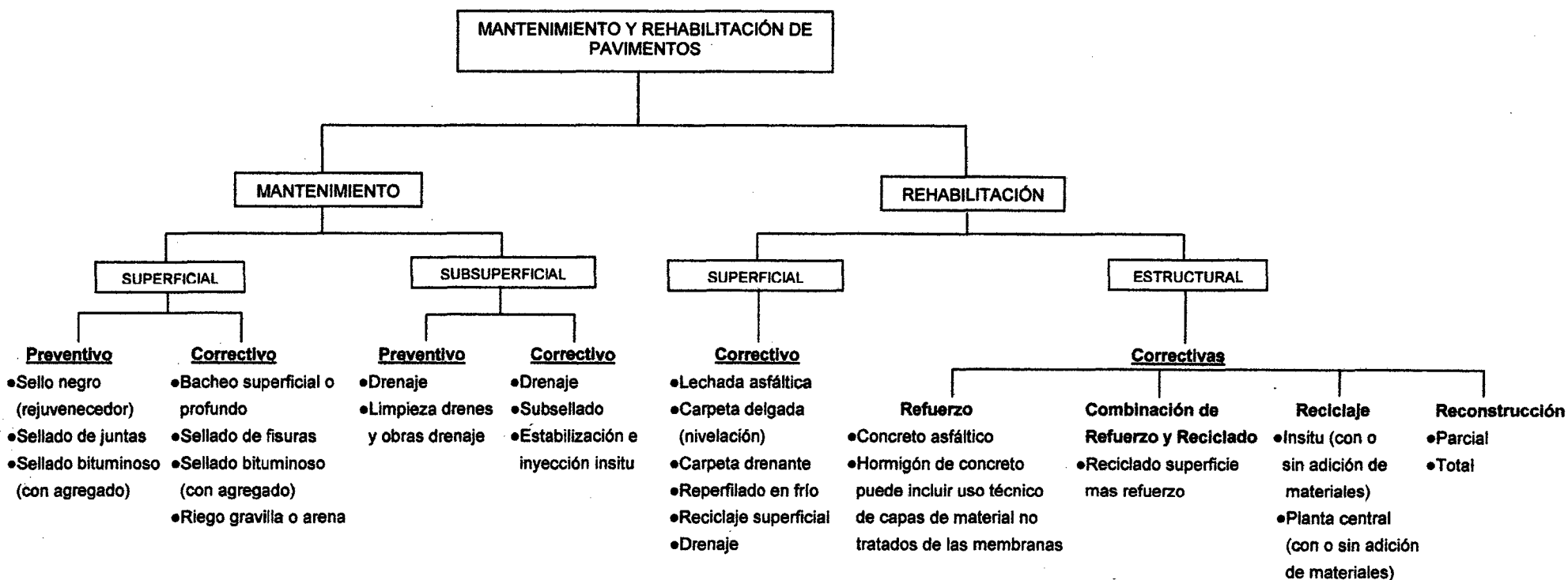
Los estudios de evaluación culminan con el proyecto de las obras de rehabilitación mas adecuadas, tanto para la propia condición del pavimento como desde el punto de vista de su administración, es decir, con la visión mas amplia de la red de carreteras.

Por ultimo, cabe destacar la necesidad de implementar con urgencia los Programas de Rehabilitación, para su implementación se requiere la elaboración de los proyectos definitivos, previo a la ejecución de las obras. Dichos proyectos deben adecuarse a los lineamientos formulados por el programa, o de lo contrario disminuye la efectividad del mismo. De esta manera los proyectos deben tender a la optimización del entorno de recursos asignados al tramo.

En el Gráfico 1.3 se indican las principales alternativas de mantenimiento y rehabilitación; en algunos casos, la rehabilitación puede incluir ciertas actividades propias de la conservación, previo a la ejecución de la misma. Lógicamente que en el ámbito de la rehabilitación no se identifican actividades preventivas, como en el caso de mantenimiento.

Gráfico 1.3: PRINCIPALES ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS

Fuente: Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREVIAl); Estudio de Rehabilitación de Carreteras en el País, Aspectos de Evaluación de Pavimentos.



1.3.5 Reciclado de Pavimentos

El Reciclado de Pavimentos se puede definir como un procedimiento de ingeniería mediante el cual se emplea parte o la totalidad, de una estructura de pavimento bituminoso para la fabricación de una mezcla asfáltica de calidad similar o superior a la existente o en la estabilización y mejoramiento de las capas granulares.

1.3.6 Tipos de Reciclado de Pavimentos

La asociación de Reciclado y Recuperación de asfalto (Asphalt Recycling and Reclaiming Association, ARRA), reconoce los cinco (05) tipos de Reciclado de Pavimentos que se indican a continuación:

a) Fresado en Frío (Cold Planning):

El fresado en frío consiste en moler controladamente en frío el pavimento hasta una profundidad especificada para restaurar la superficie con las pendientes longitudinal y transversal deseadas, libres de lomos, huellas y otras imperfecciones superficiales, las irregularidades superficiales se quitan, dejando una superficie con textura uniforme.

La remoción del pavimento o fresado se completa con la maquina de tambor giratorio auto propulsado para cepillado en frío (Imagen: 1.1).

El equipo que fresa en frío está disponible para ajustarse a los requisitos de casi todos los tipos de producción que pulverizan en frío, desde los mas pequeños servicios de trabajo hasta aplicaciones completas en un carril.

Con el desarrollo de las herramientas de corte del tambor de puntas de carburo (Imagen: 1.2), los contratistas han ideado avances tecnológicos eficaces para hacer del fresado en frío una opción económica para la rehabilitación del camino.

El pavimento asfáltico recuperado (Reclaimend Asphalt Pavement, RAP) es cargado en camiones y acopiado para ser reciclado en caliente o frío.

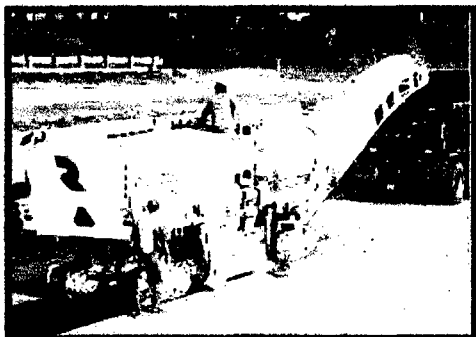


Imagen 1.1: Máquina fresadora, equipo que fresa en frío.

Fuente: Web Roadtec cold-planing

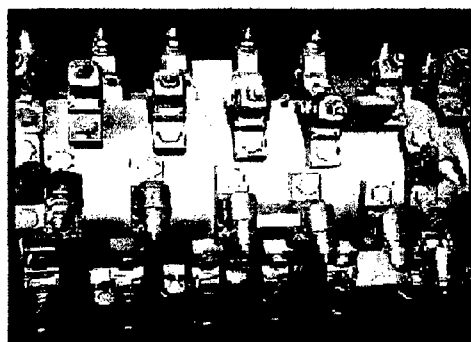


Imagen 1.2: Tambor giratorio de puntas de carburo

Fuente: Web Worktips-coldplaning

b) Reciclado en Caliente:

El reciclado en caliente es una tecnología comprobada que proporciona una respuesta oportuna a los problemas de mantenimiento y de rehabilitación de las carreteras. Los proyectos realizados y exitosos a través de diversos países han demostrado la rentabilidad y la calidad del pavimento producidas a lo largo del desarrollo de este proceso.

Los agregados y el asfalto reciclados se analizan en su estado original y se reutilizan para producir un concreto asfáltico de alta calidad, la comprobación de su rendimiento se hará como en una mezcla convencional.

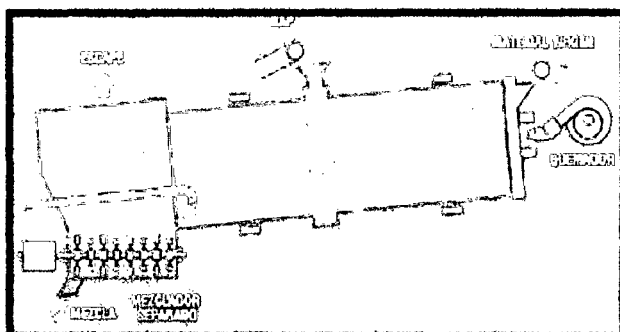
El reciclado en caliente puede transformar los pavimentos viejos, deficientes en buenos caminos funcionales. Los problemas asociados a la deterioración del asfalto y de la gradación se pueden corregir con los agregados, el asfalto y/o agente de reciclado agregados a la nueva mezcla. Si bien se usan plantas en caliente por pastones comúnmente, las plantas empleadas para producir la mezcla reciclada son las de tambor.

El RAP es producido en su mayor parte por fresado en frío pero también puede elaborarse a partir de la remoción del pavimento y trituración. Los equipos y procedimientos para colocación y compactación de la mezcla son aquellos típicos de las mezclas asfálticas en caliente. El reciclado en caliente puede también ayudar a corregir y mantener la geometría vertical y horizontal.



Imagen 1.3: Ingreso de material recuperado del pavimento asfáltico en una planta tambor.

Imagen 1.4: Planta continua con tambor secador de flujo paralelo con mezclador separado
Fuente: J. Don Brock, PHD., P.E.; Fresado y Reciclaje.



c) Reciclado en Caliente In-situ:

Usualmente, el Reciclado en caliente In-situ (HIR) solo puede corregir los problemas de superficies a poca profundidad. El pavimento es ablandado mediante calentamiento y es escarificado o molido en caliente, las profundidades procesadas más comunes con este tratamiento especificado son de 1 a 2 pulgadas. Material nuevo de mezcla en caliente y/o un agente de reciclaje se agregan en un solo paso de la maquina. Una nueva capa de desgaste puede también ser agregado con un paso adicional después de la compactación.

Cualquier pavimento de mezcla asfáltica caliente con señal de deficiencia superficial y una base estable, es un buen candidato para ser rehabilitado mediante HIR.

Los tres métodos del HIR son Escarificación con calentador, Repavimentación y Remezclado.

- Escarificación con Calentador

Este método es apropiado para las carreteras que tienen una base estable y estructuralmente adecuada. La superficie del pavimento es calentada con calentadores de radiación, los escarificadores raspan y aflojan la superficie del pavimento, un aditivo rejuvenecedor es aplicado para mejorar la viscosidad del ligante reciclado, la superficie es nivelada y luego compactada usando el equipo de compactación convencional; la superficie es preparada para la adición de una capa de desgaste delgada final.

- Repavimentación

Este método es similar a la escarificación con calentador, solo la capa superior se remueve completamente y luego es recubierta con una o dos capas de mezcla asfáltica nueva en caliente.

- Remezclado

Este método es utilizado cuando un agregado adicional es requerido para mejorar la fuerza o estabilidad. La carpeta asfáltica existente es removido a la profundidad indicada, luego es mezclada con agregado virgen o mezcla asfáltica nueva y/o agentes rejuvenecedores y colocada en una sola capa.

El índice de producción previsto del HIR es de 1 a 2 millas del carril por día, dependiendo de las condiciones del tiempo y del camino. El HIR reestablece la calidad de conducir en la carretera; mas no mejorará ningún problema de la base o de la sub-base.

La apertura al tránsito es igual al de un pavimento recubierto con nueva mezcla asfáltica en caliente, una hora, o tan pronto la capa alcance la temperatura ambiente.

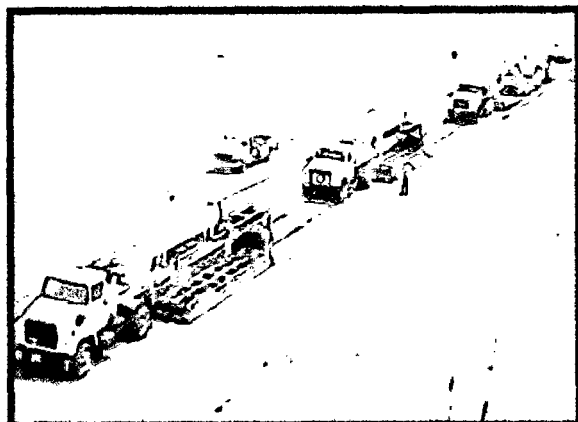
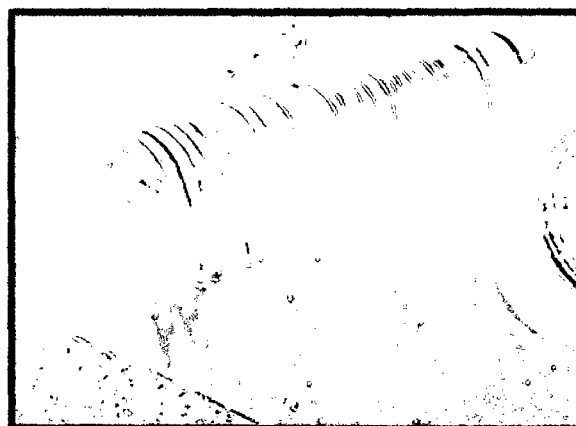


Imagen 1.5: Tren de Escarificación con calentador: Calentador / Escarificador (dos máquinas funcionan en tándem para asegurar la calefacción y el ablandamiento profundo del pavimento envejecido); el Pavimentador y los Rodillos
Fuente: web Pavement Types - Flexible Recycling Options.

Imagen 1.6: Filas múltiples del escarificador penetran ablandado la carpeta asfáltica a la profundidad deseada.

Fuente: web Trainingevents / HS04 presentations / W900HMA



d) Reciclado en Frío:

El concepto actual del reciclado en frío in-situ (Cold In-place Recycling, CIR) de un pavimento bituminoso fue introducido en Canadá del Este en 1989. Mas de veinticinco millones de metros cuadrados de pavimento se han rehabilitado con este proceso en Canadá desde 1989. Las ventajas asociadas al proceso del CIR son significativas en comparación con métodos tradicionales de rehabilitación del pavimento. El reciclado en frío in-situ reduce el costo de rehabilitación del pavimento. Se reutilizan los materiales existentes permitiendo

la preservación de agregados y del betún. La naturaleza fría del proceso reduce el impacto en el ambiente y preserva energía.

El CIR se basa en el principio que el pavimento bituminoso in-situ es una fuente de materiales que se puede utilizar para construir una nueva capa bituminosa. El proceso realizado es in-situ y reutiliza el material bituminoso existente a una profundidad de 50 a 100 milímetros.

Se recicla el pavimento bituminoso existente; transformado en un agregado bituminoso, se mezcla entonces con una emulsión, se extiende y compacta la mezcla a una densidad especificada, constituyéndose así una capa de baja estabilidad; esta capa reciclada en frío requiere de una nueva superficie asfáltica. Para pavimentos de bajo tráfico, puede aplicarse un tratamiento de superficie con emulsión modificada o una carpeta de rodamiento con una mezcla asfáltica en caliente.

El CIR puede ser considerado dondequiera que el agrietamiento este presente; puede también ser considerado cuando ocurre la deformación permanente y/o la pérdida de la integridad en el pavimento bituminoso existente.

Los pavimentos con buen drenaje y estructuralmente resistentes son los mejores candidatos a ser rehabilitados mediante el CIR.

Surcamientos, desplazamientos y exudación pueden ser indicativos de un exceso del ligante en la mezcla existente. La adición de un agregado correctivo puede ser requerido para reducir la proporción del ligante total / agregado mineral y para mejorar la fuerza de la estructura mineral del material reciclado.

Imagen 1.7: Equipo de Reciclado en Frío - Tanque de Emulsión.

Fuente: Web Roadtec cold-planing



e) Recuperación Full-Depth:

La Recuperación Full-Depth es una técnica de recuperación en la cual la sección completa del pavimento flexible y una porción predeterminada de los materiales subyacentes son triturados, pulverizados o combinados uniformemente, dando por resultado una capa de base estabilizada; una estabilización adicional puede ser obtenida con el uso de aditivos disponibles.

Mediante la recuperación Full-Depth, aplicado a la sección entera del pavimento, se puede corregir secciones transversales descuidadas, aumentar la fuerza de soporte de carga de la base, y utilizar 100% de los materiales existentes. Ahorros importantes pueden ser realizados mientras se logran las metas ambientales.

El equipo para el proceso incluye las chancadoras de martillo móviles, unidades trituradoras, estabilizadores o una combinación de estos tipos de máquinas.

La crítica al éxito de este proceso es la prueba preliminar para establecer los criterios de diseño de la gradación, el contenido residual del asfalto, y el posible uso de aditivos. Esta técnica de reconstrucción requiere de una superficie de desgaste con un espesor que puede ser determinado por un análisis de los **datos del tráfico.**

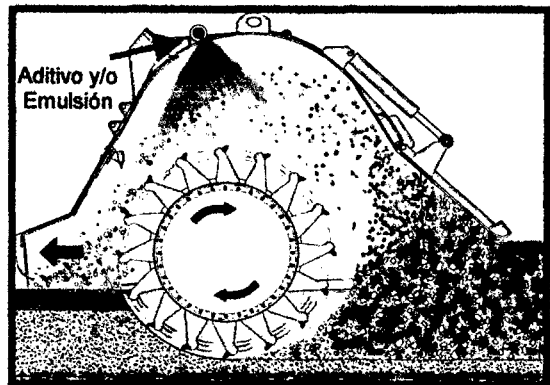
La recuperación Full-Depth consiste en seis etapas básicas: pulverización, incorporación de aditivos y/o emulsión, extendido, compactación, perfilado y colocación de la nueva superficie asfáltica.

El comité técnico de la recuperación Full-Depth planea concluir una especificación de pautas en próximos meses.



Imagen 1.8: Equipo para el proceso Full-Depth - Tanque de emulsión.
Fuente: web Full Depth Reclamation (FDR) Photo Gallery

Imagen 1.9: Recuperación Full-Depth.
Fuente: PH. D. Ing. Ray saucedo; Re_ciclado en Frío con Emulsión Asfáltica.



1.3.7 Ventajas del Reciclado contra un Pavimento de Carpeta Asfáltica Nueva

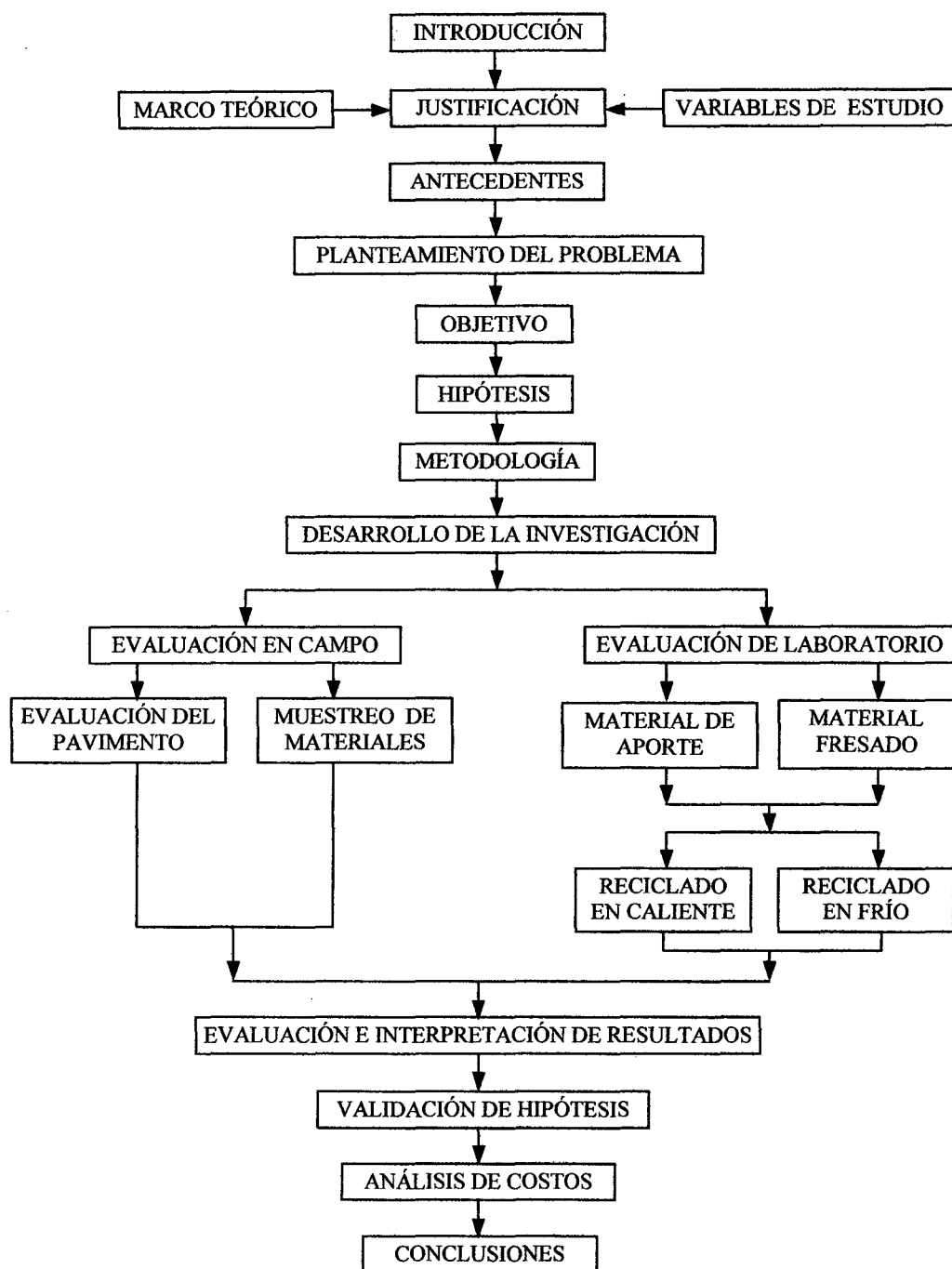
Se mencionan las siguientes ventajas principales:

- Permite la Reutilización Parcial o Total de los agregados.
- La disposición, como desecho, de los materiales del pavimento es reducida en gran parte o eliminada.
- Reduce la degradación del Medio Ambiente (Explotación de canteras, acumulación de material en botaderos).
- Disminuye en muchos casos las distancias de transporte.
- Perfiles y secciones transversales del pavimento mejorados.
- Permite la reducción del consumo de Energía para el procesamiento de nuevos agregados (Extracción de material de cantera, Chancado/zarandeo, Transporte de material proveniente de cantera).
- Los gastos administrativos de obra bajan considerablemente.

Adicionalmente a las mencionadas existen otras asociadas con la zona donde se apliquen y el nivel de implementación de los equipos necesarios.

1.4 ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACIÓN.

La estructura de la investigación se desarrolla en concordancia a los términos del temario de tesis aprobado, el cual se ha constituido en el siguiente diagrama:



CAPÍTULO II

ENFOQUE DEL TEMA DE ESTUDIO

CAPÍTULO II: ENFOQUE DEL TEMA DE ESTUDIO.

2.1 INTRODUCCIÓN

El sub-tramo objeto de estudio, forma parte del tramo en rehabilitación de la Carretera Héroes de la Breña; Puente Ricardo Palma – La Oroya, donde se realizó el fresado en frío de carpeta asfáltica existente, la vía evaluada para la presente investigación es de 12.4 Km de longitud: Km 151+600 al Km 164+000, y se encuentra ubicado entre el cruce de la línea férrea existente y la localidad de Curipata respectivamente, provincia de Yauli.

Se presentara un breve resumen de los antecedentes del material obtenido del fresado en frío de carpeta asfáltica existente (material fresado), proporcionado por la Empresa C. TIZON P.S.A; así también los criterios necesarios para evaluar las características del material fresado en laboratorio, y las soluciones para el empleo de la mezcla asfáltica fresada.

2.2 ANTECEDENTES

El material fresado es parte de una carpeta asfáltica existente de 11cm, que se construyo entre los años 1987 - 1991, Km 135+000 al Km 172+000, entre el antiguo campamento minero: Santa Rita (Churruca) y la ciudad Marcavalle contigua a la Oroya. La colocación de la carpeta asfáltica existente en caliente (140°C) se planteo con las siguientes dimensiones:

Capa asfáltica base, espesor 5.5 cm

Capa de rodadura, espesor 5.5 cm

La mezcla bituminosa, para ambas capas, esta compuesta de agregados minerales gruesos, finos, filler mineral y material asfáltico.

Los agregados grueso y fino fueron obtenidos de la cantera Cut-Off Km 158+000

de la Carretera Central, lado derecho; para abastecimiento de todo el tramo, las características de los agregados minerales fueron las siguientes:

Piedra chancada ¾"

Arena chancada ¼"

Arena zarandeada ¼", se lavo y preseco la arena natural.

El material de relleno mineral "filler" es cal hidratada no plástica procedente de la calera Cut-Off, ubicada frente a la cantera.

El material asfáltico es PEN 85-100, procedente de la Refinería Conchan.

La capa asfáltica base presenta un contenido de asfalto del 6.76% (41.42 gln/m³) con 1% de cal hidratada.

La capa de rodadura presenta un contenido de asfalto del 7.04% (43.5 gln/m³) con 2% de cal hidratada, 1.5% de vacíos.

Las proporciones de la mezcla resultante de la capa rodadura están sujetas a la gradación IV-B del Instituto del asfalto.

Transcurrido el tiempo de servicio del pavimento (mas de 10 años) la vía presenta irregularidades superficiales, lo cual se justifica en el capítulo siguiente, por ello se realizo su rehabilitación, el cual contemplo un diseño con fresado y recapeo.

El fresado mecanizado de la superficie asfáltica para reemplazo tiene como finalidad buscar la nivelación longitudinal y transversal de la carpeta asfáltica y eliminar las fisuras que se observan en la superficie de rodadura, posterior a su reemplazo con mezcla asfáltica convencional, se ejecuto el recapeo.

La capa promedio eliminada para el sub-tramo estudiado es de 5.5 cm de carpeta asfáltica existente, en todo lo ancho de la calzada sin considerar las bermas y conservando las características geométricas transversales existentes.

Según el proyecto el material proveniente del fresado ha sido transportado, colocado y acomodado en acopios, cubierto con mantas de material geosintético para su protección, considerando en un futuro no muy lejano, cuando se tenga un estudio mas detallado, se pueda usar en la construcción de capas asfálticas.

2.3 PLANTEAMIENTO DE LA EVALUACIÓN

Existen muchas opciones disponibles para la rehabilitación de una carretera deteriorada (Gráfico 1.3) y algunas veces, es difícil determinar cual es la mejor. Sin embargo, se plantea como alternativa de rehabilitación para el tramo en investigación el prediseño de mezclas en frío y en caliente que tengan como principal componente el material proveniente del fresado de la misma carpeta asfáltica existente, y que en función a su evaluación, ver la factibilidad de su uso.

2.4 HIPÓTESIS

El material fresado de la carretera San Mateo – La Oroya Tramo III puede ser utilizado como alternativa para la Rehabilitación de Pavimentos Flexibles.

2.5 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio en laboratorio de mezclas asfálticas, comprende la ejecución de dos etapas fundamentales de trabajo:

2.5.1 Evaluación de los Materiales

Estudio de la mezcla a reciclar, en lo referente a su composición y características del asfalto, determinación de las proporciones de áridos nuevos, filler y asfalto nuevo a incorporar, necesario para reestablecer las propiedades del ligante asfáltico envejecido.

A continuación se describe en detalle, la operatoria de los distintos pasos a seguir:

a) Toma de Muestra de la Mezcla a Reciclar:

Cualquiera de los métodos clásicos para toma representativa de muestras puede ser utilizado. El que podemos citar es:

Obtención en laboratorio de muestras representativas NTP 339.089 (98).

b) Determinación de las Características de la Mezcla a Reciclar:

Realizada la toma de muestras, se procede a determinar la composición de la mezcla a reciclar, que comprende la granulometría de los áridos, el contenido de asfalto y sus características.

c) Extracción del Asfalto del Pavimento a Reciclar:

La extracción del asfalto se efectúa siguiendo las directivas del método MTC E-502, empleando como solvente tricloroetileno y la centrífuga como elemento extractor.

Con los áridos extraídos y secos, se procede a determinar su granulometría, de acuerdo a la técnica MTC E-503.

d) Recuperación del Asfalto Envejecido:

Para la evaluación de las características del asfalto envejecido, es necesario su recuperación de una manera que asegure una alteración mínima de sus propiedades.

La separación del asfalto de la solución con solvente (luego de separar los áridos en la etapa anterior), se realiza aplicando el método Abson, de acuerdo con la técnica ASTM D1856 – (95).

e) Características del Asfalto Envejecido:

Sobre el asfalto envejecido recuperado de la mezcla del pavimento a reciclar, se determina su consistencia utilizando los ensayos de Penetración y Punto de Ablandamiento, esta determinación es necesaria para estimar el grado de asfalto nuevo y emulsión a utilizar para el diseño de la mezcla reciclada.

Para determinar las características del asfalto envejecido, se realizaron los siguientes ensayos:

- Penetración ASTM D-5(97)
- Ductilidad ASTM D113-(99)
- Punto de Ablandamiento MTC E-307

- Solubilidad en Tricloroetileno ASTM D2042–(97)
- Viscosidad Cinemática a 135°C ASTM D2170–(95)
- Peso Especifico MTC E-318
- Prueba de la Mancha (Spot test u Oliensis) AASHTO T-102(83).

f) Asfalto Nuevo a Incorporar a la Mezcla a Reciclar:

De acuerdo a las características del asfalto envejecido de la mezcla a reciclar, se incorporo un asfalto de baja consistencia, con la finalidad de incrementar el contenido de ligante, para satisfacer los requisitos de la mezcla y además, mezclados con el asfalto envejecido de la mezcla, producir un concreto asfalto que cumpla con los requisitos de las especificaciones vigentes. El asfalto incorporado para el reciclado de mezclas en caliente fue sometido a los siguientes ensayos:

- Penetración 25°C, ASTM D–5(97)
- Ductilidad 25°C, ASTM D113–(99)
- Punto de Inflamación Copa Abierta °C, ASTM D-92(98)
- Solubilidad en Tricloroetileno, %, ASTM D-2042(97)
- Pérdida % masa (Película Fina), ASTM D-1754 (97)
- Penetración del residuo, (% de la original), ASTM D-5(97)
- Ductilidad del residuo, a 25°C, ASTM D-113(99)
- Viscosidad Cinemática a 135°C, ASTM D2170–(95).

g) Emulsión Asfáltica a Emplear en la Mezcla a Reciclar:

Tanto los asfaltos emulsificados aniónicos y cationicos de desempeño medio y lento que cumplen los requerimientos del ASTM D 977, ASTM D 2397, respectivamente, puede ser usado en el reciclado de mezclas en frío.

La selección del tipo y grado del asfalto emulsificado para cada proyecto es importante; se debe considerar las propiedades del asfalto, consistencia, curado o velocidad de endurecimiento, en la fabricación de la emulsión.

Las Emulsiones Asfálticas Cationicas de Rotura Lenta investigadas fueron sometidos a los siguientes ensayos para que cumplan con los requisitos

establecidos en la Especificación ASTM 2397 (Anexo "A", Tabla A.1):

- Viscosidad Saybolt Furol a 25°C, ASTM D-244, MTC E-403
- Estabilidad al Almacenamiento, 24h, ASTM D-244, MTC E-404
- Tamizado de las Emulsiones Asfálticas ASTM D-244, MTC E 405 – 2000
- Stripping de mezcla Agregado-Emulsión (Adherencia de grava) AASHTO T-182(93)
- Adhesividad (Riedel Weber), MTC E 220 – 2000
- Destilación, ASTM D-244, MTC E-401

Ensayo en el Residuo de la Destilación:

- Penetración 25°C, ASTM D-5(97), MTC E 304 – 2000
- Ductilidad 25°C, ASTM D113-(99), MTC E 306 – 2000
- Solubilidad en Tricloroetileno, %, ASTM D-2042(97), MTC E 302 – 2000

Las emulsiones aprobadas serán ensayadas, con el objeto de escoger la que mejor trabaje.

El inicio de los ensayos se hará empleando la emulsión directamente con el agregado sin adicionar el agua de premezclado y se determinara el tipo de emulsión con la que se obtiene la mejor distribución y cubrimiento. Esto nos indicara si es necesario el agua de prehumectacion o si se cuenta con una emulsión capaz de mezclar y cubrir el material de recuperación. Si no se tiene una buena distribución y un buen cubrimiento , se escogerá la que haya sido la mejor en su distribución y cubrimiento.

h) Áridos Nuevos y Filler a Incorporar:

Es necesario la incorporación de agregados nuevos y filler a la mezcla a reciclar para conseguir una granulometría acorde a lo exigido por las mezclas convencionales.

Los ensayos propuestos al material de aporte son los siguientes:

Agregado Grueso

- Obtención en laboratorio de muestras representativas NTP 339.089 (98)
- Análisis granulométrico del agregado grueso NTP 400.012 (01)
- Partículas Chatas y Alargadas NTP 400.040 (99)
- Caras Fracturadas ASTM D-5821(95)
- Peso Específico y Absorción NTP 400.021 (02)
- Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) NTP 400.016 (99)
- Abrasión Los Ángeles NTP 400.019 (02)
- Stripping de mezcla Agregado-Bitumen (Adherencia de grava) AASHTO T-182(93)
- Sales Solubles Totales NTP 339.152 (02)

Agregado Fino

- Obtención en laboratorio de muestras representativas NTP 339.089 (98)
- Análisis granulométrico del agregado fino NTP 400.012 (01)
- Material mas fino que la Malla N°200 (0.75mm) NTP 400.016 (99)
- Limite Liquido (Malla N°40 -200) NTP 339.129 (99).
- Limite Plástico (Malla N°40 -200) NTP 339.129 (99).
- Peso Específico y Absorción NTP 400.022 (02)
- Equivalente de Arena NTP 339.146 (00).
- Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) NTP 400.016 (99)
- Adhesividad (Riedel Weber) MTC E 220
- Sales Solubles Totales NTP 339.152 (02)

Cal Hidráulica

- Gravedad específica con Chatelier ASTM C-110 (00)
- Fineza por Malla (6, 10, 30 y 200) AASHTO 219 (87)
- Análisis Químico de los componentes de la Cal y Fineza AASHTO T-219 (87).

2.5.2 Diseño de la Mezcla Reciclada

Con la información obtenida de la evaluación de los materiales descritos anteriormente, los distintos pasos a seguir para el diseño de la mezcla, son los siguientes:

a) Reciclado en Caliente:

- Agregados Combinados en la Mezcla Reciclada

Empleando la granulometría obtenida de la mezcla del pavimento a reciclar del agregado granular recuperado, y la del agregado nuevo a incorporar, se calcula la granulometría combinada, que reúna los requisitos especificados de la mezcla deseada.

- Cantidad de Asfalto a Emplear en la Mezcla Total ^[1]

La cantidad de asfalto necesario para la mezcla combinada de áridos, se calculo de acuerdo a la siguiente formula empírica:

		0.15c	
$P_c = 0.035a +$	$0.045b +$	0.18c	+ F
		0.20c	

Donde:

P_c : % en peso de material asfáltico en la mezcla total.

0.15c: Para % pasa Tamiz N°200 entre 11-15%

0.18c: Para % pasa Tamiz N°200 entre 6-10%

0.20c: Para % pasa Tamiz N°200 entre 5% o menos

a: % de agregado mineral retenido en el Tamiz N°8

[1] Instituto del Asfalto, Manual de Serie No 20 (MS-20); Reciclaje en Caliente de Mezclas Asfálticas

b: % de agregado mineral que pasa por el Tamiz N°8 y es el retenido en el Tamiz N°200.

c: % de agregado mineral que pasa por el Tamiz N°200

F: 0-2% Factor basado en la distinta absorción de los agregados (Puede tomarse igual a 1, como caso general).

- Cantidad de Asfalto Nuevo a Incorporar en la Mezcla ^[1]

La cantidad de asfalto nuevo a incorporar a la mezcla reciclada, es igual a la cantidad de asfalto total menos el % contenido en la mezcla recuperada del pavimento, de acuerdo a:

$$Pr = Pc - (Pa * Pp)$$

Donde:

Pr: % en peso de asfalto nuevo a incorporar en la mezcla reciclada.

Pc: % en peso de asfalto en la mezcla total.

Pa: % en peso de asfalto en la mezcla recuperada del pavimento.

Pp: % (en decimal) de pavimento asfáltico recuperado de la mezcla a reciclar.

- Diseño Aproximado de la Mezcla

Utilizando los porcentajes determinados previamente de mezcla recuperada, de agregados granulares recuperados y de agregados nuevos, se preparan probetas de acuerdo al procedimiento Marshall, con ensayos programados de 0.5% de asfalto nuevo, por encima y por debajo, de la cantidad estimada de asfalto nuevo para la mezcla.

El procedimiento de mezclado en laboratorio, debe ser en lo posible, similar al utilizar en obra.

[1] Instituto del Asfalto, Manual de Serie No 20 (MS-20); Reciclaje en Caliente de Mezclas Asfálticas

b) Reciclado en Frío:

- Agregados Combinados en la Mezcla Reciclada

- Determinación del Contenido Práctico de Emulsión ^[1]

Se determina el contenido Óptimo Teórico de Emulsión:

$$E = P_c / R$$

Donde:

E: % de emulsión en la mezcla total.

P_c: % en peso de material asfáltico en la mezcla total.

R: % (en decimal) del residuo de la emulsión.

Las cantidades de ligante asfáltico que se van a emplear para los ensayos son:

%P_c y %P_c+0.5%; +1.0%; -0.5%; -1.0%

- Cantidad de Emulsión a Incorporar en la Mezcla ^[2]

La cantidad de emulsión a incorporar a la mezcla reciclada, es igual a la cantidad de emulsión total menos el % de asfalto en la mezcla recuperada del pavimento, de acuerdo a:

$$E_r = E - (P_a * P_p) / R$$

Donde:

E_r: % de emulsión nuevo a incorporar en la mezcla reciclada.

E: % de emulsión en la mezcla total.

P_a: % en peso de asfalto en la mezcla recuperada del pavimento.

P_p: % (en decimal) de pavimento asfáltico recuperado de la mezcla a reciclar.

R: % (en decimal) del residuo de la emulsión.

^[1] Instituto del Asfalto, Manual de Serie No 21 (MS-21); Reciclaje en Frío de Mezclas Asfálticas

^[2] IBID

- Determinación de la Humedad Óptima de Mezclado

Se determinara haciendo pruebas de mezclado empleando el Porcentaje Óptimo Teórico de Emulsión previamente calculado, con diferentes cantidades de agua agregada al material pétreo. Se escogerá aquella que presente el mejor cubrimiento y trabajabilidad de la mezcla.

- Diseño Aproximado de la Mezcla

Con el agua óptima de mezclado se elaboraran tres especímenes de cada uno de los porcentajes de asfalto, ya calculados, transformados en emulsión. Las mezclas se elaboran empleando las cantidades de emulsión y material pétreo, ya previamente determinadas, las probetas se preparan de acuerdo al procedimiento Marshall Modificado (Illinois).

CAPÍTULO III

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1 INTRODUCCIÓN

La vía en evaluación, tiene una sección de 7.2 m. de ancho con un carril de circulación por sentido y pavimento flexible, es de alto tráfico, y esta destinada para la circulación exclusiva de tráfico pesado, siendo su promedio diario aproximado a los 3000 vehículos.

El proyecto de rehabilitación del pavimento comprendió la realización de los trabajos necesarios para conocer la estructuración actual del camino, la condición de la superficie de rodadura, las características y condiciones de los suelos que forman el pavimento.

Con tal motivo se realizaron trabajos en campo como excavación de calicatas, extracción de muestras representativas de los estratos, inspección visual de la vía, medición de deflexiones y rugosidades.

La metodología y resultados obtenidos de los trabajos en campo y Laboratorio, se presentan a continuación.

3.2 EVALUACIÓN EN CAMPO

3.2.1 Evaluación del Pavimento

Se presentaran los resultados de la evaluación superficial y estructural del pavimento del sub-tramo en estudio, de la Carretera Central, la zona 1: San Mateo – La Oroya Tramo III; estos se realizaron mediante ensayos no destructivos, determinando el grado de serviciabilidad, rugosidad y capacidad estructural de la vía para determinar los trabajos de rehabilitación del pavimento.

Para efectuar la evaluación del pavimento se realizó una inspección visual del estado del deterioro de la carretera, medición de la rugosidad para determinar el índice de serviciabilidad presente y medición de las deflexiones utilizando la Viga Benkelman.

a) Evaluación Estructural:

Para establecer la condición estructural del pavimento se aplicó el procedimiento deflectométrico, el cual permite determinar la suficiencia del mismo para soportar el tránsito previsto sin presentar fatiga estructural creciente.

Para la aplicación del procedimiento antes indicado, el cual involucra la medida de deflexiones del pavimento y su análisis con respecto al tráfico, se empleó el dispositivo denominado Viga Benkelman.

- Deflectometría con la Viga Benkelman

La Viga Benkelman, mide los desplazamientos verticales de un punto de contacto situado entre las ruedas duales del eje de carga, para una determinada presión de inflado en los neumáticos y una carga preestablecida en el eje posterior de un camión de eje simple es decir, mide la flecha máxima de la línea de deformación bajo una carga constante.

El ensayo se efectuó con una carga de ensayo en un eje simple de 18000 libras (8.2 ton.), las llantas de la rueda dual especificadas son de 10x20, 12 lonas, infladas a una presión de 5.6 kg/cm² (80 p.s.i).

El procedimiento seguido en nuestro medio para determinar con una viga Benkelman la deflexión recuperable es el comúnmente a nivel internacional, por lo que se omite su descripción detallada. Sin embargo se indica que en nuestro caso se tomaron en consideración las lecturas medidas bajo el eje vertical de la carga y a 0.25 m. de la misma para una mejor caracterización del pavimento.

El procesamiento estadístico de las deflexiones nos permiten determinar comportamientos estructurales similares en la vía evaluada o efectuar la subdivisión correspondiente de ser el caso.

El criterio empleado para determinar el adecuado o inadecuado comportamiento estructural del pavimento se resume en la simple comparación de la denominada Deflexión Característica con un nivel de Deflexión Admisible (tolerable). Si esta última resulta inferior que la característica para el tráfico que soportara la vía (y por ende la estructura) se emplearan métodos empíricos para determinar los trabajos de rehabilitación que comúnmente corresponden a espesores de refuerzo asfáltico.

En el caso de obtener adecuado comportamiento estructural del pavimento (Deflexión Característica inferior a la Admisible) las medidas de rehabilitación son definidas mayormente en base a los resultados de la Condición Funcional del Pavimento. Estos casos se presentan mayormente durante la ejecución de evaluaciones rutinarias en carreteras con periodos de servicio relativamente cortos (2,3 o 4 años).

El significado de las medidas de deflexiones puede ser ampliado introduciendo junto a ellas la magnitud de la curvatura de la línea de deflexión en la zona donde ella es mayor, es decir, bajo el eje vertical de la carga. Dicha curvatura se la expresa generalmente por el denominado "radio de curvatura".

Mientras que el valor de la deflexión máxima depende en gran medida del modulo de elasticidad de los materiales en profundidad, además de los de las capas superiores el radio de curvatura depende principalmente de los módulos de elasticidad de las capas superiores y muy poco de las inferiores.

De esta manera, teniendo en cuenta las características y espesor de las capas asfálticas, se podrán diferenciar dos caso limites:

- Si la mayor parte de la deflexión se produce en la subrasante, se obtendrán grandes radios de curvatura (en relación con la magnitud de la deflexión).
- Si la mayor parte ocurre en las capas superiores, situación indicativa de la deficiente calidad de estas, se obtendrán pequeños radios de curvatura aun a veces con deflexiones tolerables.

Las Deflexiones Admisibles, Características y el Radio de Curvatura se definen de la siguiente manera:

Deflexión Característica.- De acuerdo al estudio realizado por el MTC^[1]-CONREVAL^[2] el que verifico mediante el análisis de las deflexiones recuperables que estas presentan valores que asemejan una distribución normal, la Deflexión Característica (95% percentil) es definida como:

$$D_c = D_{\text{promedio}} + 1.645 * \text{Desv. Standard}$$

Esta formula considera que el 5% de las deflexiones se encuentran por encima del valor de la Deflexión Característica (Dc).

Deflexión Admisible.- De las consideraciones expuestas se deduce la importancia de determinar un rango de deflexiones permisibles o tolerables que garanticen un comportamiento satisfactorio del pavimento, en relación con el tráfico que debe soportar. El principio adoptado en este caso es que el comportamiento de un pavimento hasta alcanzar niveles críticos es inversamente proporcional a su deflexión , lo que se representa matemáticamente de la siguiente manera:

$$N = K_1 / (D_{adm})^{K_2} \quad [3]$$

Donde:

Dadm: Deflexión Admisible

N: Número de Ejes Estándard Equivalentes (8.2 ton.)

K1, K2: Coeficientes

[1] Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

[2] Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREVAL); Estudio de Rehabilitación de Carreteras en el País, Aspectos de Evaluación de Pavimentos.

[3] IBID

Para la presente investigación, se toma como fuente el estudio elaborado por el MTC-CONREVIAl; donde se define las constantes de la siguiente manera: $K1 = 1.15$ y $K2 = 4$

De acuerdo al estudio del tráfico realizado para el sub-tramo estudiado, se ha obtenido el siguiente valor para el número total de ejes equivalentes a 18 kips, considerando el carril mas cargado de la carretera y tránsito sin control de cargas:

Periodo 2002 – 2011 (10 años) : 11,574,760 ejes equivalentes.^[1]

Radio de Curvatura.- Un análisis de los diversos procedimientos de medición permite comprobar que uno de los mas simples y expeditivos para expresar numéricamente la curvatura es el basado en una comprobación experimental (MTC-CONREVIAl), donde la línea de deflexión se aproxima a una parábola hasta una distancia algo mayor de 25 cm. del eje de carga, para sufrir luego una inflexión y tender asintóticamente hacia la horizontal. La curvatura de la parábola queda definida por su parámetro, que en la zona de máxima curvatura se confunde prácticamente con el radio del círculo osculador en dicho punto.

Por lo tanto considerando una deflexión auxiliar a 25 cm, se puede determinar el radio de curvatura con la formula siguiente:

$$R = 3125 / (D_0 - D_{25})^{[2]}$$

Donde:

R: radio de curvatura en metros

D₀: deflexión recuperable en el eje vertical de la carga, en centésimas de mm.

D₂₅: ídem, pero a 25 cm del eje.

^[1] CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya", Vol-I, anexo D: Diseño de Pavimentos.

^[2] Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREVIAl); Estudio de Rehabilitación de Carreteras en el País, Aspectos de Evaluación de Pavimentos.

- Resultados Obtenidos

Con los resultados de la evaluación deflectométrica el sub-tramo en estudio se ha sectorizado en una zona homogénea. El Gráfico 3.1 muestra el Deflectograma para todo el sub-tramo.

En el Cuadro 3.1. se muestran los valores de deflexión característica y admisible para todo el sector, observándose que la deflexión característica es inferior a la admisible lo que conlleva a establecer un adecuado comportamiento estructural del pavimento.

Cuadro 3.1: Deflexión Característica – Deflexión Admisible del sector investigado

PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	DEFLEXIÓN CARACT. (0.01 mm)	DEFLEXIÓN ADMISIBLE (0.01 mm)
151+600	164+000	51	56

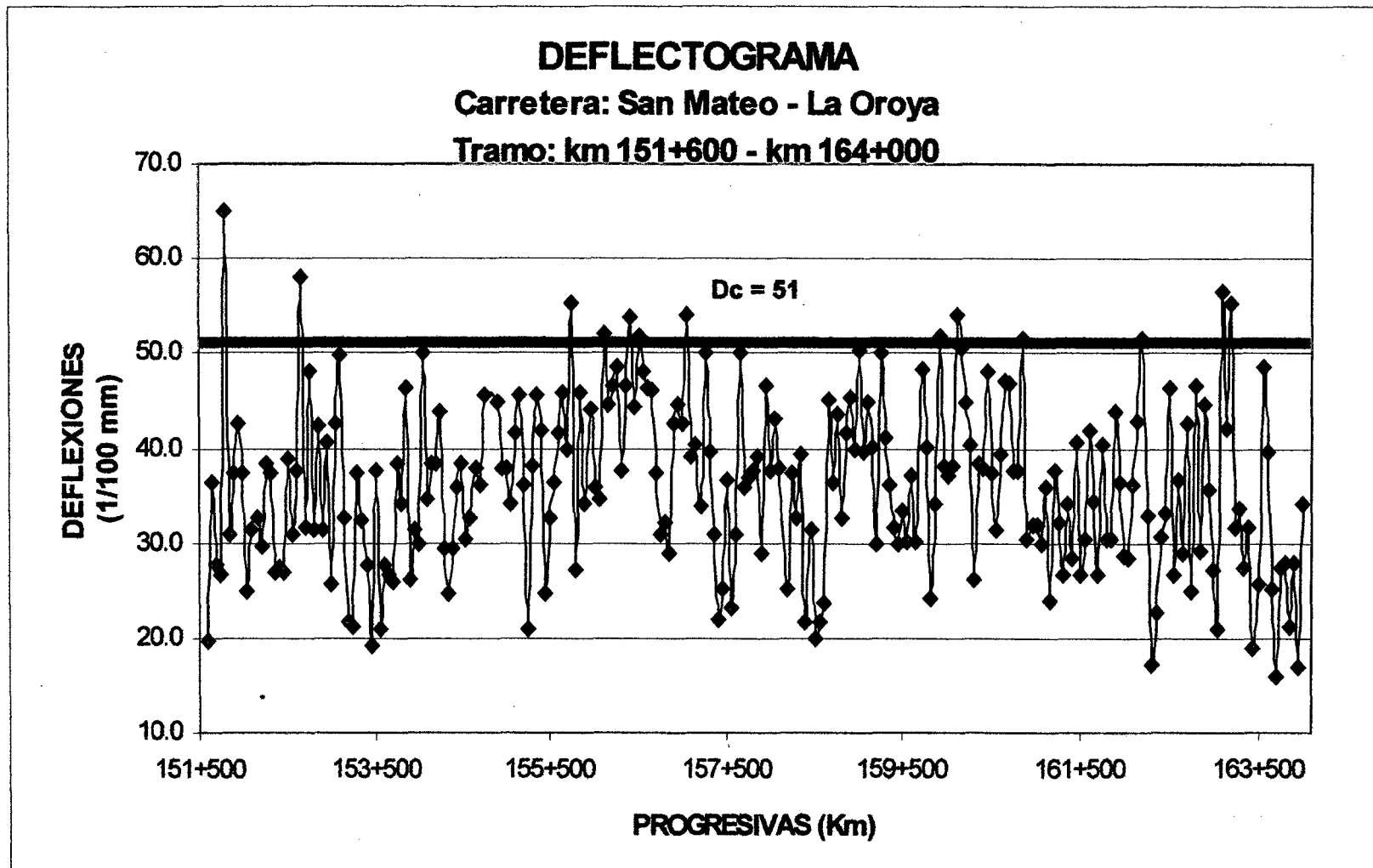
En el Anexo "A", Cuadros A.1, se incluyen los resultados de deflexiones de la vía, así como sus respectivos radios de curvatura, los que reflejan la eficiente calidad del pavimento.

b) Evaluación Superficial:

Se efectuó el trabajo de campo de evaluación superficial, en lo que se refiere a relevamiento de fallas del pavimento y medición de la rugosidad. Esta evaluación comprendió las siguientes tareas:

- Evaluación visual del estado superficial del pavimento.
- Evaluación de la capacidad de servicio del pavimento.

Gráfico 3.1: Deflectograma



La evaluación visual del estado del pavimento se efectuó determinando el grado de deterioro de la carpeta de rodadura, de tal manera que permita una cuantificación de las fallas observadas: fisuras, desintegración, ondulamientos, exudación y otros.

La clasificación de los "tipos de falla existente" se realizó utilizando el criterio CONREVIAl. Estos tipos de falla se muestran en la Figura 3.1, sistematizando la clasificación, denominación e interpretación de los distintos deterioros y fallas observadas en los pavimentos.

- Evaluación de las Fallas o Deterioros del Pavimento

La evaluación superficial del pavimento se efectuó con la finalidad de identificar los tipos de falla que han contribuido al deterioro del pavimento existente. La toma de datos se efectuó sistemáticamente, permitiendo recopilar los siguientes datos:

- Progresiva evaluadas
- Área de influencia
- Tipos de falla existente

Los daños consisten principalmente en fisuras abiertas (severas) del tipo longitudinal, transversal y en bloque en grado escaso a frecuente y zonas aisladas con ahuellamiento leve a moderado. El Cuadro 3.2. muestra el resumen del plano de fallas existentes en el sub-tramo estudiado. En el Anexo "A", Cuadros A.2, se adjunta el detalle de la evaluación superficial, cuadros donde se resume la magnitud del área afectada.

Figura 3.1: Clasificación de Fallas

Fuente: Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREVIAL); Estudio de Rehabilitación de Carreteras en el País, Aspectos de Evaluación de Pavimentos.

CLASIFICACION TIPO PRINCIPAL DE FALLA	DENOMINACION DE LA MANIFESTACION	SIMBOLOGIA
1. DEFORMACIONES	1. Ahuellamiento	
	2. Hundimiento (depresión)	
	3. Desplazamientos	
	4. Deslizamientos	
	5. Ondulaciones	
II. FISURAS O AGRIETAMIENTOS	1. Piel de Cocodrilo	
	2. En bloque	
	3. Longitudinales	
	4. Transversales	
	5. Reflejadas	
	6. En arco	
III. DISGREGACIONES	1. Peladuras	
	2. Nidos de gallina	
	3. Desintegraciones totales	
	4. Indentaciones	
	5. Pulimiento superficial	
IV. EXUDACION	6. De asfalto	

Cuadro 3.2: Fallas del Pavimento

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya". Tomo-I, anexo C: Estudio de Suelos

Km	A	Km	FALLA
151+600	–	160+000	Fisuras longitudinales y transversales escasas a frecuentes en zonas aisladas, fisuras en bloque severas escasas.
160+000	–	161+000	Fisuras transversales y en bloque severas, longitudinales y piel de cocodrilo moderadas a severa escasas.
161+000	–	164+000	Ahuellamiento leve a moderado en carril izquierdo. Fisuras en bloque severo en zonas aisladas.

- Medición de Ahuellamientos

Utilizando una regla de 2m. de longitud se procedió a la medición sistemática de los ahuellamientos en todo el tramo. Los ahuellamientos fueron medidos cada 50m, en las dos huellas de ambos carriles, realizando cuatro mediciones por estación, siendo el grado de severidad calificado según el Cuadro: 3.3.

Cuadro 3.3: Rango del Ahuellamiento

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya". Tomo-I, anexo C: Estudio de Suelos

RANGO (mm)	MAGNITUD
$0 < a < 6$	Leve
$6 < a < 12$	Moderado
> 12	Severo

En el Cuadro 3.4. se muestran los valores de ahuellamiento promedio medido en cada carril para todo el sector.

Cuadro 3.4: Resultados de la Medición del Ahuellamiento

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya". Tomo-I, anexo C: Estudio de Suelos.

PROGRESIVAS (km)		LONGITUD km	AHUELLAMIENTO PROMEDIO (mm)	
Del	Al		Carril izq.	Carril der.
151+600	164+000	12.4	12	5

En el Anexo "A", Cuadros A.3, se adjunta el detalle de la medición de ahuellamientos, donde se observa que en su mayoría son leves a moderados, existiendo algunos tramos donde es severo, principalmente en el carril izquierdo.

- Medición de la Rugosidad e Índice de Serviciabilidad Presente

Existen diferentes maneras de establecer el grado de serviciabilidad del pavimento, desde una simple inspección visual realizada por uno o mas ingenieros experimentados que basándose en las fallas encontradas y su apreciación personal estiman la serviciabilidad presente, hasta el uso de equipos sofisticados que permiten cuantificar las deformaciones longitudinales que se presentan en la vía.

Podemos mencionar dos indicadores para "medir" la serviciabilidad de un pavimento según la metodología seguida:

(1) El Rango de Serviciabilidad Presente (Present Serviciability Rating - PSR) de la Superficie Asfáltica de Rodadura.

El cual establece la condición funcional actual del pavimento (transitabilidad) en base a la opinión de un observador sobre la capacidad o habilidad del pavimento para servir al tránsito que se considera debe soportar, siguiendo los criterios desarrollados en el Experimento Vial AASHTO. La escala de calificación subjetiva empleada varia desde cero (esencialmente impasable) a cinco (excelente), según el Cuadro 3.5:

Cuadro 3.5: Clasificación de la Transitabilidad

Fuente: Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREVIAL); Estudio de Rehabilitación de Carreteras en el País, Aspectos de Evaluación de Pavimentos

PSR	TRANSITABILIDAD
0 - 1	Muy Mala
1 - 2	Mala
2 - 3	Regular
3 - 4	Buena
4 - 5	Muy Buena

(2) Índice de Serviciabilidad Presente (Present Serviciability Index - PSI) de la Superficie Asfáltica de Rodadura.

Es la medida de la serviciabilidad empleando medios mecánicos. Para su estimación, la tendencia mas difundida es la determinación de la rugosidad o deformación longitudinal del pavimento.

Para obtener el grado de serviciabilidad del pavimento se ha recurrido al parámetro denominado "Índice de Serviciabilidad Presente", el cual establece la condición funcional actual del pavimento de acuerdo a los criterios desarrollados en el Experimento Vial AASHTO.

Siendo la medición de la rugosidad el parámetro principal para determinar el Índice de Serviciabilidad Presente y existiendo diversos métodos para su calculo, según el tipo de equipo que se emplee, se ha puesto especial cuidado en su medición empleando dos rugosímetros que obtienen la rugosidad mediante ecuaciones de correlación.

Uno de ellos es el rugosímetro tipo "BUMP INTEGRATOR UNIT" (Unidad Integradora de Muelles) que se ha utilizado para medir la rugosidad de la vía rehabilitada en ambos carriles, este tipo va montado en la tolva de la camioneta, conectado directamente con el diferencial del eje trasero mediante un cable

flexible adecuadamente tensado. Conforme el vehículo recorre la vía a una velocidad uniforme, la "Unidad Integradora" mide los movimientos relativos entre el chasis y el eje trasero registrando los datos con la Unidad Contadora instalada en el panel de control de la cabina.

El otro rugosímetro empleado es el MERLÍN, equipo de diseño simple fabricado especialmente para su uso en países en vías de desarrollo. Este rugosímetro solamente requiere de un operador, que luego de una previa calibración, recorre a pie el sector en estudio efectuando 200 mediciones a intervalos regulares abarcando una distancia de 430m. aproximadamente.

El rugosímetro MERLÍN es reconocido en el ámbito internacional y ha sido utilizado en el Perú en diversos proyectos aprobados por el Ministerio de Transportes.

Para efectos de este informe la medida de la rugosidad se efectuó con el rugosímetro "BUMP INTEGRATOR" debidamente calibrado, equipo tipo respuesta que permite correlacionar sus resultados con el Índice de Rugosidad Internacional (IRI). Las mediciones con el BUMP INTEGRATOR se efectuaron cada 100m en forma continua, en ambos carriles.

El MERLÍN se empleo para correlacionar los resultados de rugosidad obtenidos con el BUMP INTEGRATOR, afinando la calibración del equipo según las recomendaciones del "Transport and Road Research Laboratory" de Inglaterra.

La determinación analítica del PSI se ha efectuado utilizando la expresión aproximada establecida por Sayers, que relaciona la rugosidad con el Índice de Serviciabilidad. La correlación adoptada se desarrollo usando los datos obtenidos en el Ensayo Internacional sobre Rugosidad en Caminos, realizado en Brasil en 1982, que tiene la siguiente expresión:

$$R = 5.5 \text{ Ln } (5/SI)$$

Donde:

R = Rugosidad, IRI (International Roughness Index)

SI = Índice de Serviciabilidad

El MERLÍN se empleo para calibrar los resultados de rugosidad obtenidos con el BUMP INTEGRATOR, utilizando 16 mediciones efectuadas en al zona 1, (Cuadro 3.6) determinando un mismo coeficiente de calibración para toda la zona. Esta calibración se realizo siguiendo los siguientes pasos:

- Identificación de dieciséis sectores de prueba con distinto nivel de rugosidad.
- Medición de rugosidad con el MERLÍN en unidades IRI en los dieciséis sectores identificados.
- Medición de la rugosidad con el BUMP INTEGRATOR en unidades BI en los mismos sectores en los que se efectuó la medición con el MERLÍN.
- Grafica de la calibración ploteando las mediciones efectuadas con el MERLÍN versus las mediciones efectuadas con el BUMP INTEGRATOR. (se consideraron las mediciones con las cuales existe el factor de correlación mas alto posible). De esta grafica se obtiene la ecuación de calibración para el BUMP INTEGRATOR.

Cabe señalar que la calibración se efectuó en forma integral para la Zona 1 considerando un mismo coeficiente de correlación para toda la zona.

A continuación se presenta el Gráfico: 3.2 y la ecuación de calibración para la Zona 1: Puente Ricardo Palma – La oroya:

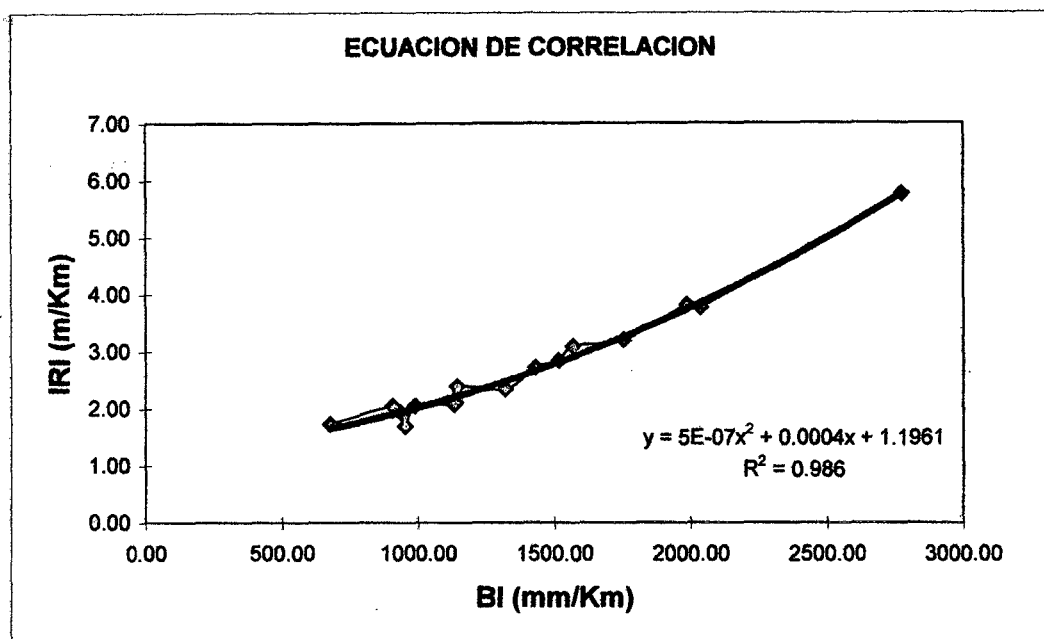
Cuadro 3.6: CALIBRACIÓN DEL BUMP INTEGRATOR CON EL RUGOSIMETRO MERLIN

ZONA 1: PTE RICARDO PALMA-LA OROYA

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. R. Palma-La Oroya". Tomo-I, Anexo C, Estudio de Suelos

SECC.	P. INICIO Km	P. FINAL Km	LONGITUD Km	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C prom.	IRI m/Km	BI mm/Km
1	40.500	40.933	0.433	75	77	77	76	75	76	76.0	3.20	1755.2
2	50.000	49.570	0.430	43	42	43	42	43	42	42.5	2.05	988.4
3	84.000	83.568	0.432	64	67	66	65	66	65	65.5	2.84	1516.2
4	88.200	88.631	0.431	71	66	66	67	69	67	67.7	3.09	1570.0
5	92.500	92.070	0.430	86	89	87	88	88	87	87.5	3.77	2034.9
6	101.700	101.267	0.433	48	51	49	50	49	50	49.5	2.39	1143.2
7	105.000	105.430	0.430	39	39	40	38	39	39	39.0	2.05	907.0
8	115.000	115.430	0.430	62	61	60	63	61	62	61.5	2.72	1430.2
9	121.000	120.572	0.428	49	48	50	47	48	49	48.5	2.07	1133.2
10	125.500	125.935	0.435	49	50	49	50	49	50	49.5	2.11	1137.9
11	131.500	131.073	0.427	41	39	41	39	40	40	40.0	1.93	936.8
12	135.700	136.133	0.433	85	87	88	84	86	86	86.0	3.82	1986.1
13	140.100	139.668	0.432	57	57	56	58	57	57	57.0	2.34	1319.4
14	156.000	156.430	0.430	118	120	120	119	119	120	119.3	5.77	2775.2
15	162.000	161.571	0.429	30	28	28	29	30	29	29.0	1.73	676.0
16	167.100	167.531	0.431	41	41	40	41	42	41	41.0	1.69	951.3

Gráfico 3.2: Calibración del Bump Integrator
Zona 1: Pte Ricardo Palma – La Oroya



La ecuación de calibración obtenida es:

$$IRI = 5E-07*BI^2 + 0.0004*BI + 1.1961$$

El coeficiente de correlación es de 0.986 el cual es el mayor valor que se obtiene, con las mediciones seleccionadas. El coeficiente de correlación se considera aceptable.

- Medición de la rugosidad en todo el tramo en el carril de ida y de vuelta, cada 100m, utilizando el BUMP INTEGRATOR (unidades BI).
- Cálculo de la rugosidad en unidades IRI utilizando la ecuación de calibración.

- Resultados Obtenidos

En el Anexo "A", Cuadros A.4, se incluyen los resultados de Rugosidad y Serviciabilidad de la vía presentando los resultados de los ensayos efectuados con el MERLÍN, la rugosidad en IRI obtenida con el BUMP INTEGRATOR y el Índice de serviciabilidad.

Una zonificación general de la rugosidad, para todo el sub-tramo en estudio (Gráfico: 3.3), es presentada en el Cuadro 3.7, considerando el promedio de los valores de los dos carriles ya que la evaluación de la rugosidad y serviciabilidad se efectúa para todo el ancho de la vía, donde se observa que el IRI característico (95% percentil) varía de 2.26 a 5.64.

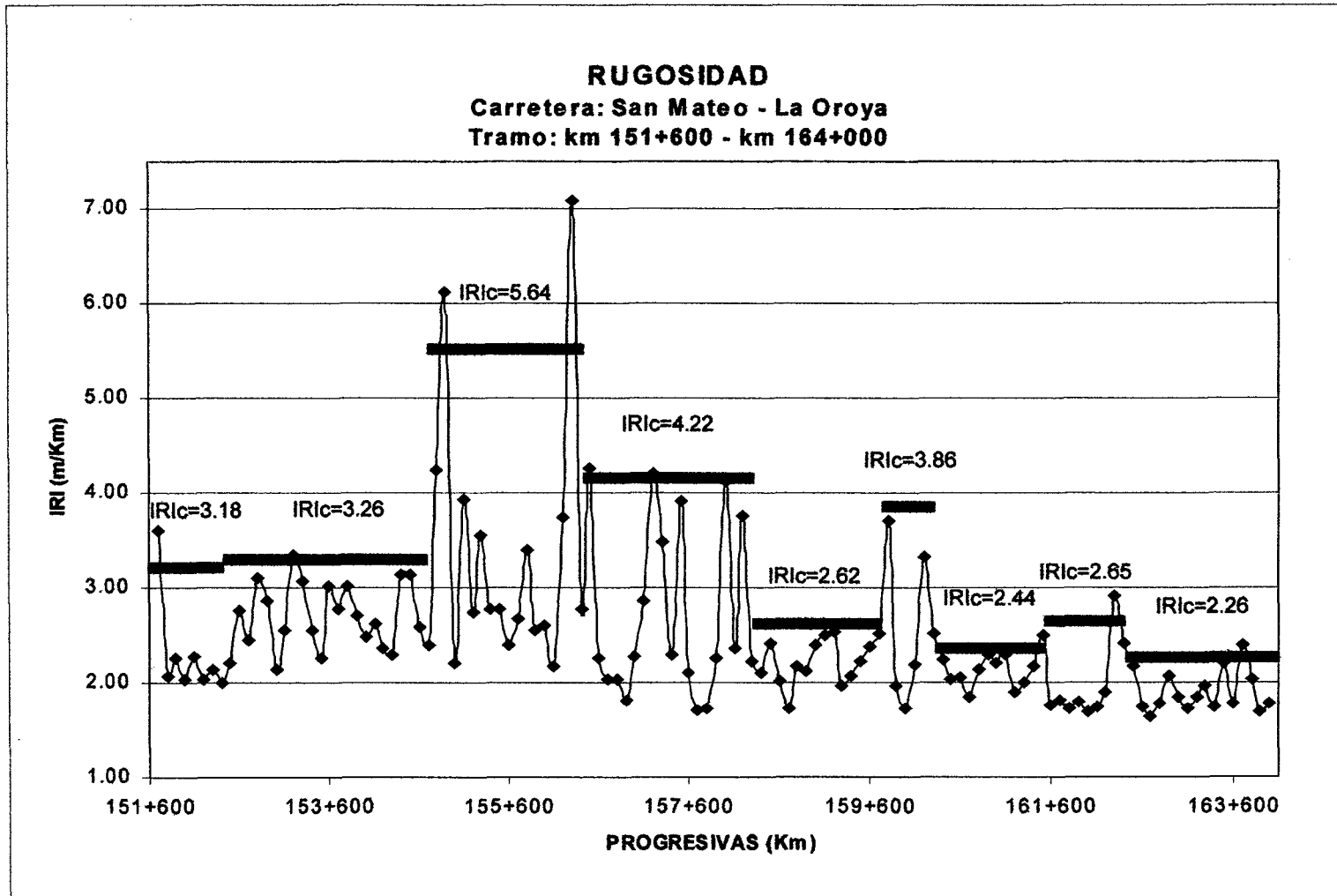
El IRI característico se calculo con la siguiente expresión:

$$\text{IRI } c = \text{IRI promedio} + 1.645 * \text{Desv. Standard}^{[1]}$$

De acuerdo a los resultados del Cuadro 3.7, determinamos los sectores correspondientes al análisis del Índice de Serviciabilidad Presente del pavimento (PSI), siguiendo los rangos estimados por el CONREVIAl para definir los rangos de transitabilidad PSR del pavimento, así tenemos el Cuadro 3.8:

[1] Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREVIAl); Estudio de Rehabilitación de Carreteras en el País, Aspectos de Evaluación de Pavimentos.

Gráfico 3.3: Rugosidad



Cuadro 3.7: SECTORES HOMOGENEOS BASANDOSE EN LA RUGOSIDAD

No Data	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	IRI promedio (m/km)	RUGOSIDAD PROMEDIO (m/km)	DESVIACIÓN ESTANDAR	RUGOSIDAD CARACT. (m/km)	PSI CARACT. (m/km)	TRANSITABILIDA
1	151+600	151+700	3.60	2.30	0.54	3.18	2.80	REGULAR
2	151+700	151+800	2.06					
3	151+800	151+900	2.26					
4	151+900	152+000	2.03					
5	152+000	152+100	2.28					
6	152+100	152+200	2.04					
7	152+200	152+300	2.13					
8	152+300	152+400	2.00					
9	152+400	152+500	2.21					
10	152+500	152+600	2.76	2.69	0.35	3.26	2.77	REGULAR
11	152+600	152+700	2.44					
12	152+700	152+800	3.10					
13	152+800	152+900	2.86					
14	152+900	153+000	2.14					
15	153+000	153+100	2.54					
16	153+100	153+200	3.34					
17	153+200	153+300	3.07					
18	153+300	153+400	2.56					
19	153+400	153+500	2.26					
20	153+500	153+600	3.02					
21	153+600	153+700	2.78					
22	153+700	153+800	3.02					
23	153+800	153+900	2.71					
24	153+900	154+000	2.49					
25	154+000	154+100	2.63					
26	154+100	154+200	2.36					
27	154+200	154+300	2.29					
28	154+300	154+400	3.14					
29	154+400	154+500	3.14					
30	154+500	154+600	2.59					
31	154+600	154+700	2.40					
32	154+700	154+800	4.25	3.40	1.36	5.64	1.79	MALA
33	154+800	154+900	6.12					
34	154+900	155+000	2.21					
35	155+000	155+100	3.94					
36	155+100	155+200	2.74					
37	155+200	155+300	3.55					
38	155+300	155+400	2.77					
39	155+400	155+500	2.78					
40	155+500	155+600	2.40					
41	155+600	155+700	2.68					
42	155+700	155+800	3.39					
43	155+800	155+900	2.56					
44	155+900	156+000	2.61					
45	156+000	156+100	2.17					
46	156+100	156+200	3.75					
47	156+200	156+300	7.09					
48	156+300	156+400	2.77					

Cuadro 3.7: SECTORES HOMOGENEOS BASANDOSE EN LA RUGOSIDAD

No Dato	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	IRI prom.	RUGOSIDAD PROMEDIO (m/km)	DESVIACIÓN ESTANDAR	RUGOSIDAD CARACT. (m/km)	PSI CARACT. (m/km)	TRANSITABILIDA
49	156+400	156+500	4.26	2.72	0.91	4.22	2.32	REGULAR
50	156+500	156+600	2.26					
51	156+600	156+700	2.04					
52	156+700	156+800	2.03					
53	156+800	156+900	1.81					
54	156+900	157+000	2.28					
55	157+000	157+100	2.86					
56	157+100	157+200	4.20					
57	157+200	157+300	3.49					
58	157+300	157+400	2.29					
59	157+400	157+500	3.91					
60	157+500	157+600	2.10					
61	157+600	157+700	1.70					
62	157+700	157+800	1.72					
63	157+800	157+900	2.26					
64	157+900	158+000	4.13					
65	158+000	158+100	2.36					
66	158+100	158+200	3.77					
67	158+200	158+300	2.23					
68	158+300	158+400	2.11					
69	158+400	158+500	2.42					
70	158+500	158+600	2.02					
71	158+600	158+700	1.72					
72	158+700	158+800	2.17					
73	158+800	158+900	2.13					
74	158+900	159+000	2.39					
75	159+000	159+100	2.51					
76	159+100	159+200	2.53					
77	159+200	159+300	1.97					
78	159+300	159+400	2.07					
79	159+400	159+500	2.22					
80	159+500	159+600	2.37					
81	159+600	159+700	2.52					
82	159+700	159+800	3.70					
83	159+800	159+900	1.97					
84	159+900	160+000	1.73					
85	160+000	160+100	2.18					
86	160+100	160+200	3.32					
87	160+200	160+300	2.52					
88	160+300	160+400	2.24					
89	160+400	160+500	2.03					
90	160+500	160+600	2.05					
91	160+600	160+700	1.85					
92	160+700	160+800	2.13					
93	160+800	160+900	2.29					
94	160+900	161+000	2.20					
95	161+000	161+100	2.29					
96	161+100	161+200	1.90					
97	161+200	161+300	1.99					
98	161+300	161+400	2.17					
99	161+400	161+500	2.51					

Cuadro 3.7: SECTORES HOMOGENEOS BASANDOSE EN LA RUGOSIDAD

No Dato	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	IRI prom.	RUGOSIDAD PROMEDIO (m/km)	DESVIACIÓN ESTANDAR	RUGOSIDAD CARACT. (m/km)	PSI CARACT. (m/km)	TRANSITABILIDA
100	161+500	161+600	1.76	1.97	0.41	2.65	3.09	BUENA
101	161+600	161+700	1.81					
102	161+700	161+800	1.72					
103	161+800	161+900	1.80					
104	161+900	162+000	1.70					
105	162+000	162+100	1.75					
106	162+100	162+200	1.90					
107	162+200	162+300	2.91					
108	162+300	162+400	2.41					
109	162+400	162+500	2.17	1.90	0.22	2.26	3.32	BUENA
110	162+500	162+600	1.75					
111	162+600	162+700	1.64					
112	162+700	162+800	1.78					
113	162+800	162+900	2.06					
114	162+900	163+000	1.84					
115	163+000	163+100	1.72					
116	163+100	163+200	1.85					
117	163+200	163+300	1.96					
118	163+300	163+400	1.75					
119	163+400	163+500	2.21					
120	163+500	163+600	1.78					
121	163+600	163+700	2.40					
122	163+700	163+800	2.03					
123	163+800	163+900	1.70					
124	163+900	164+000	1.78					

Cuadro 3.8: Transitabilidad

PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	RUGOSIDAD CARACT. (m/km)	PSI CARACT. (m/km)	TRANSITABILIDAD CARACTERÍSTICA
151+600	152+400	3.18	2.80	REGULAR
152+400	154+700	3.26	2.76	REGULAR
154+700	156+400	5.64	1.79	MALA
156+400	158+300	4.22	2.32	REGULAR
158+300	159+700	2.62	3.11	BUENA
159+700	160+300	3.86	2.48	REGULAR
160+300	161+500	2.44	3.21	BUENA
161+500	162+400	2.65	3.09	BUENA
162+400	164+000	2.26	3.32	BUENA

Considerando el PSI característico se determina que posee un 44% con transitabilidad buena, un 44% con transitabilidad regular y un 12% mala.

3.2.2 Muestreo de Materiales

Como parte de la evaluación geotécnica del suelo que compone la subrasante y pavimento existente del sub-tramo en estudio, se realizó un programa de exploración en campo, excavación de calicatas y recolección de muestras para su respectiva clasificación.

Los trabajos de campo realizados fueron los siguientes:

- Se identificaron los diferentes estratos en cada una de las excavaciones y se obtuvieron muestras disturbadas representativas que fueron llevadas al laboratorio para efectuar ensayos de clasificación.

- Para confirmar espesores y principalmente examinar las fisuras existentes, se extrajeron núcleos de carpeta aproximadamente en todo el tramo.

a) Resultados Obtenidos:

Puede comentarse que los suelos que forman la estructura del pavimento (base granular) están formados principalmente por gravas limosas y arcillosas de baja plasticidad, apoyados sobre una subrasante formada igualmente por material granular, considerándose de buena calidad de acuerdo a las propiedades evaluadas.

La carpeta presenta un espesor de 11 cm, las fisuras existentes, de acuerdo a lo observado con la extracción de núcleos, en su mayoría afectan más de la mitad del espesor de carpeta.

Las características de los suelos que integran la estructura del camino presentan mínima variabilidad, por lo tanto se homogenizó todo el sector evaluado para su clasificación, no se detectó sub-base granular en la zona evaluada.

Base Granular:

Km 151+600 al 164+000 Predominan las gravas limpias arcillosas y limosas (GW-GC, GW-GM, GP-GC, GP-GM) ^[1]

Subrasante:

Km 151+600 al 164+000 Predominan las gravas limpias arcillosas y limosas (GP-GC, GP-GM) ^[2]

^[1] CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya", Tomo-I, Anexo C: Estudio De Suelos.

^[2] IBID

3.2.3 Conclusiones sobre el Pavimento Evaluado

- La carpeta presenta un espesor de 11 cm. Las fisuras existentes, de acuerdo a lo observado con la extracción de núcleos, afectan la mitad del espesor de la carpeta y ocasionalmente, en sectores puntuales, su espesor total.
- Los suelos que forman la estructura del pavimento están formados principalmente por gravas limosas y arcillosas de baja plasticidad, apoyados sobre una subrasante formada igualmente por material granular, por lo que se considera de buena calidad de acuerdo a las propiedades evaluadas.
- Los principales daños que presenta la carpeta consisten en fisuras abiertas (severas) del tipo longitudinal, transversal y en bloque en grado escaso a frecuente registrándose los mayores daños del km 155+650 al km 156+500 y del km 159+350 al km 162+250.
- Los ahuellamientos medidos en el carril izquierdo en su mayoría son de moderados a severos; en el carril derecho son de leves a moderados.
- Los valores promedio de IRI y PSI obtenidos en ambos carriles de la vía corresponden aun estado de transitabilidad de bueno a regular. Sin embargo, una vez zonificado el tramo, se obtuvo que el sector con mayor IRI característico es el ubicado en el km 154+700 al km 156+400 con valor de 5.6 IRI, coincidiendo con la zona mas dañada.
- La deflexión característica (51×10^{-2} mm) es inferior a la admisible (56×10^{-2} mm) lo que conlleva a establecer un adecuado comportamiento estructural del pavimento.

- En conclusión la vía evaluada presenta problema superficial mas no estructural, el pavimento adolece de deterioros que deben ser corregidos, fundamentalmente fisuramientos y ahuellamientos. La estructura actual requiere de un refuerzo asfáltico para un periodo de 10 años, el mismo que se calculo siguiendo la metodología AASHTO (1993) y complementariamente por el Instituto del Asfalto (Cuadro: 3.9). La decisión del proyecto contempla la colocación de un refuerzo asfáltico homogéneo de 6.5cm en todo el tramo, con el objeto de retardar la propagación de fisuras debido a la presencia de pequeños ahuellamientos y fisuras no severos en sectores del tramo en rehabilitación donde únicamente se hará recapado.

Cuadro 3.9: CUADRO DE RESULTADOS DE ESPESORES DE REFUERZO[1]
 Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
 Vol-I, anexo D: Diseño de Pavimentos

ZONA 1 : CARRETERA CENTRAL
 TRAMO 4 : SAN MATEO-LA OROYA
 PERIODO : 10 AÑOS
 TRAFICO : $EAL_{10} = 1.16E+07$

SECCIÓN	UBICACIÓN (Km)	METODO EMPLEADO			REFUERZO ADOPTADO (cm)
		AASHTO HOGG	AASHTO CBR	ASPHALT INSTITUTE	
1	97+000 - 101+000	1.4	7.9	1.8	7.9
2	101+000 - 104+500	0.0	5.3	1.8	5.3
3	104+500 - 110+000	0.0	0.0	1.8	0.0
4	110+000 - 112+500	7.1	6.9	4.2	6.9
5	112+500 - 114+000	4.6	2.9	4.2	2.9
6	114+000 - 117+500	9.3	5.6	4.2	5.6
7	117+500 - 121+800	0.0	2.9	2.6	2.9
8	121+800 - 127+300	3.7	1.5	2.6	1.5
9	127+300 - 128+600	0.0	0.0	2.6	0.0
10	128+600 - 135+300	0.0	0.0	2.6	0.0
11	135+300 - 139+000	7.3	2.4	2.6	2.4
12	139+000 - 142+500	9.7	9.5	2.6	9.5
13	142+500 - 145+000	2.9	2.4	2.6	2.4
14	145+000 - 151+800	5.2	2.4	6.1	2.4
15	151+800 - 158+000	6.1	4.2	2.6	4.2
16	158+000 - 163+200	7.4	5.8	2.6	5.8
17	163+200 - 172+100	5.6	5.8	0.9	5.8
18	172+100 - 175+800	12.0	9.5	10.0	9.5

[1] ESPESORES DE REFUERZO EN CENTIMETROS DE CONCRETO ASFALTICO

3.3 EVALUACIÓN DE LABORATORIO

Sustento de los Ensayos Propuestos

3.3.1 Material de Aporte

a) Agregado Grueso:

- Obtención en Laboratorio de Muestras Representativas NTP 339.089 (98) (MTC E 105 – 2000)

Se coloca la muestra sobre una superficie horizontal; se mezcla bien la muestra hasta formar una pila en forma de cono, se repite esta operación cuatro veces; se aplana y extiende la pila cónica hasta darle base circular. Se procede luego a dividir diametralmente el material en cuatro partes iguales, de las cuales se separan dos cuartos diagonalmente opuestos, los dos cuartos restantes se mezclan sucesivamente y se repite la operación hasta obtener la cantidad de muestra requerida.



Foto 3.1: Pila en forma de cono



Foto 3.2: División diametral del material en cuatro partes iguales

- Análisis Granulométrico del Agregado Grueso NTP 400.012 (01) (MTC E 204 – 2000)

Se determina cuantitativamente, los tamaños de las partículas de los agregados gruesos del material; se hizo uso de los siguientes tamices de abertura cuadrada: 1", ¾", ½", 3/8", ¼", N°4. Se determina la distribución de los tamaños de las partículas de una muestra seca del agregado, por separación a través de

tamices dispuestos sucesivamente de mayor a menor abertura.

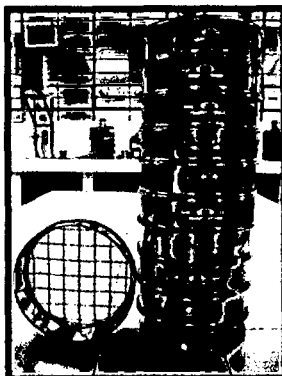


Foto 3.3: Tamices de abertura cuadrada
Agregado Grueso

- Partículas Chatas y Alargadas NTP 400.040 (99)

Se determina el porcentaje en peso, del material que presenta partículas chatas y alargadas de las muestras de agregados pétreos, el peso total de la muestra depende del tamaño del agregado: (1" a 3/4") 1500 gr, (3/4" a 1/2") 1200gr, (1/2" a 3/8") 300gr.

Una partícula se considerará como chata y alargada cuando su longitud sea superior en tres veces el grosor.

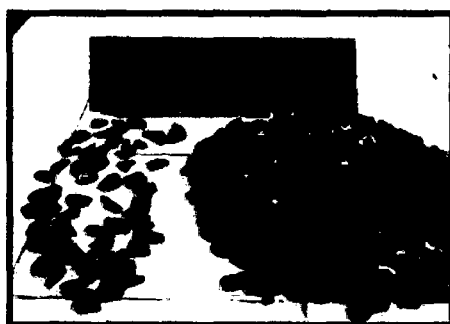


Foto 3.4: (Izq.) Partículas Chatas y Alargadas

- Caras Fracturadas ASTM D-5821(95) (MTC E-210-2000)

Se determina el porcentaje en peso, del material que presente una, dos o más caras fracturadas de las muestras de agregados pétreos, el peso total de la

muestra depende del tamaño del agregado: (1" a 3/4") 1500 gr, (3/4" a 1/2") 1200gr, (1/2" a 3/8") 300gr.

Una partícula se considerará como fracturada cuando un 25% o más del área de la superficie aparece fracturada.



Foto 3.5: Partículas con Caras Fracturadas

- Peso Especifico y Absorción NTP 400.021 (02) (MTC E 206 – 2000)

Se determinan los pesos específicos Aparente y Bulk, así como la absorción, de los agregados con tamaño igual o mayor al tamiz No. 4.

La muestra es sometida a inmersión; después del período de inmersión, se saca la muestra del agua y se secan las partículas hasta que este en estado de saturada con superficie seca (S.S.S.). A continuación, se coloca la muestra en el interior de una canastilla metálica y se determina su peso sumergida en el agua, se seca la muestra en horno y se determina su peso seco hasta peso constante.

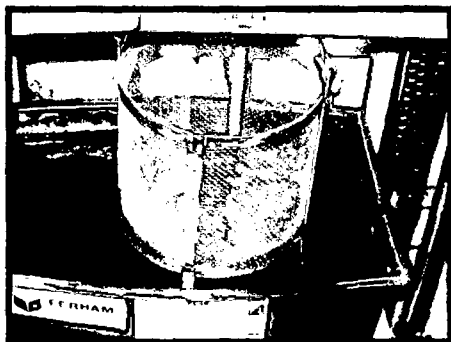


Foto 3.6: Muestra S.S.S. en la Canastilla Metálica

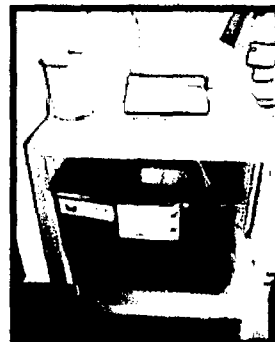


Foto 3.7: Peso de la muestra sumergido en agua

- Durabilidad al Sulfato de Magnesio NTP 400.016 (99) (MTC E 209 – 2000)

Se determina la resistencia a la desintegración de los agregados, por la acción de la solución saturada de sulfato de magnesio, se juzga la calidad de los agregados que han de estar sometidos a la acción de los agentes atmosféricos.

La muestra para el ensayo debe tener los siguientes pesos indicados:

(1" a 3/4") 500 ± 30 gr, (3/4" a 1/2") 670 ± 10 gr, (1/2 a 3/8") 330 ± 5 gr, (3/8" a N° 4) 300 ± 5 gr. Con la cantidad requerida de cada una de estas fracciones, en los recipientes, las muestras se sumergen en la solución de sulfato de magnesio, durante un periodo de 18 horas, posterior a la inmersión, la muestra se saca de la solución, se escurre y se la introduce en el horno, hasta obtener un peso constante. El proceso de inmersión y secado de las muestras se prosigue, hasta completar 5 ciclos.

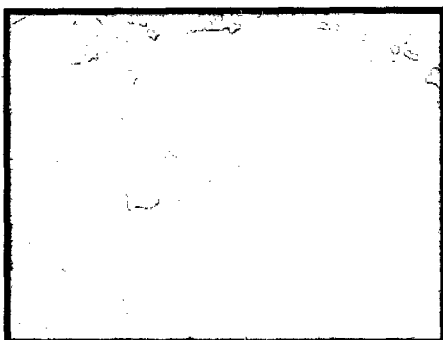


Foto 3.8: Muestra sumergida en solución de Sulfato de Magnesio

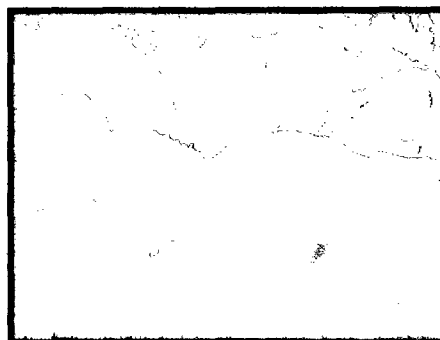


Foto 3.9: Posterior a la inmersión; muestra escurrida

- Abrasión Los Ángeles NTP 400.019 (02) (MTC E 207 – 2000)

Se determinará la resistencia al desgaste del agregado grueso por medio de la máquina de Los Ángeles con una carga abrasiva, la carga abrasiva dependerá de la granulometría de ensayo: A, B, C o D.

La granulometría del ensayo es "B", se hizo uso de 11 esferas, los pesos obtenidos son los siguientes:

(3/4" a 1/2") – 2500 ± 10 gr, (1/2" a 3/8") - 2500 ± 10 gr



Foto 3.10: Máquina de Los Ángeles

- Stripping de Mezcla Agregado-Bitumen (Adherencia de Grava) AASHTO T-182(93)

Se determina visualmente el grado de cubrimiento de las partículas del agregado grueso con el bitumen, basándose en el porcentaje de partículas de agregado grueso que quedan completamente recubiertas por el ligante bituminoso pasados 16 horas de inmersión en agua destilada y baño maría a 25°C.



Foto 3.11: Inmersión en agua destilada



Foto 3.12: Baño María a 25°C

- Sales Solubles Totales NTP 339.152 (02) (MTC E 219 – 2000)

Se determina el contenido de cloruros y sulfatos, solubles en agua, de los agregados pétreos empleados en mezclas bituminosas; la muestra de agregado pétreo se somete a continuos lavados con agua destilada a ebullición, hasta que

no se detecte presencia de sales. La presencia de éstas, se detecta mediante reactivos químicos, los cuales, al menor indicio de sales forman precipitados fácilmente visibles. Del agua total de lavado, se toma una parte alícuota y se procede a cristalizar para determinar la cantidad de sales presentes

b) Agregado Fino:

- Obtención en Laboratorio de Muestras Representativas NTP 339.089 (98) (MTC E 105 – 2000)

- Análisis Granulométrico del Agregado Fino NTP 400.012 (01) (MTC E 204 – 2000)

La determinación exacta de materiales que pasan el tamiz de 75 μm (No. 200) no puede lograrse mediante este ensayo. El método de ensayo que se debe emplear será: "Determinación de la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 μm (N° 200)", norma MTC E202

Se hizo uso de los tamices de abertura cuadrada siguientes: N°4, N°6, N°8, N°10, N°16, N°20, N°30, N°40, N°50, N°80, N°100, N°200.



Foto 3.13: Tamices de abertura cuadrada Agregado Fino

- Material mas Fino que la Malla N°200 (0.75mm) NTP 400.016 (99) (MTC E 202 – 2000)

Se determina por lavado, la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75mm (No. 200) de la muestra de agregado fino.



Foto 3.14: Lavado por la Malla No 200

- Límite Líquido (Malla N°40 -200) NTP 339.129 (99) (MTC E 110 – 2000)

Se determina el contenido de humedad expresado en porcentaje del agregado fino (Malla N°40) o material fino (Malla N°200) secado en el horno, cuando éste se halla en el límite entre el estado plástico y el estado líquido.

La muestra es tamizada por las mallas N° 40 y N° 200 hasta obtener una cantidad considerable, el material pasante es saturado y mezclado completamente con agua destilada; el objeto de este procedimiento es obtener muestras de tal consistencia de tal forma que el número de golpes requeridos, en la cazuela de bronce del Casagrande, para cerrar la ranura de la muestra, producida por un acanalador a lo largo del diámetro, se halle en cada uno de los siguientes intervalos: 30-35; 25-35; 20-30; 15-25. De esta manera se representa la relación entre el contenido de humedad y el correspondiente número de golpes de la taza de bronce del Casagrande.



Foto 3.15: Cazuela de bronce Casagrande - Acanalador



Foto 3.16: Ranura de la muestra

- Límite Plástico (Malla N°40 -200) NTP 339.129 (99) (MTC E 111 – 2000)

Se determina la humedad más baja con la que pueden formarse barritas del agregado fino (Malla N°40) o material fino (Malla N°200) de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicha muestra entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen. De la muestra preparada para el ensayo de límite líquido, se toma una porción de muestra para el ensayo.

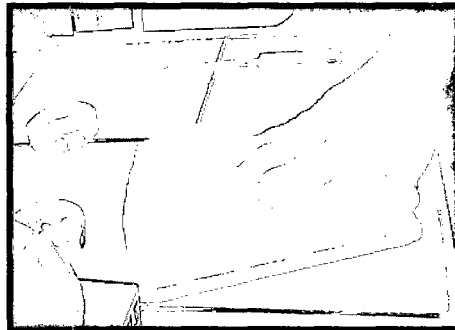


Foto 3.17: Límite Plástico

- Peso Específico y Absorción NTP 400.022 (02) (MTC E 205 – 2000)

Se determinan los pesos específicos Aparente y Bulk, así como la absorción, del agregado fino con tamaño inferior a 4.75 mm (tamiz No. 4).

La muestra representativa, es sometida a inmersión; después del período de inmersión, se extiende la muestra sobre una bandeja hasta que este en estado

de saturada con superficie seca (S.S.S.), para ello, se hace uso de un molde cónico, que se apisona con 25 golpes, hasta que se produzca un desmoronamiento superficial (indicativo que el agregado ha alcanzado la condición de superficie seca) inmediatamente, parte de la muestra se lleva al horno y otra misma cantidad se introducen en una fiola, se añade agua y se elimina el aire atrapado en la muestra con la bomba de vacíos, una vez enrasado se determina su peso total (fiola, muestra y agua); se seca la muestra del horno y se determina el peso.



Foto 3.18: Molde cónico - Muestra S.S.S.



Foto 3.19: Bomba de Vacíos

- Equivalente de Arena NTP 339.146 (00) (MTC E 114 - 2000)

Se determina la proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo, o material arcilloso, en el agregado fino (Pasante la malla N°4).

Solución Stock tipo cloruro de calcio (CaCl_2), se vierte en un cilindro de plástico graduado, seguidamente se vierte la muestra de ensayo, luego de someterse a un movimiento lineal horizontal de extremo a extremo con un agitador mecánico se realiza el proceso de irrigación con la misma solución, esto impulsa hacia arriba el material fino que esté en el fondo y lo pone en suspensión sobre las partículas gruesas de arena. Se deja el cilindro y el contenido en reposo, se toman las lecturas correspondientes.

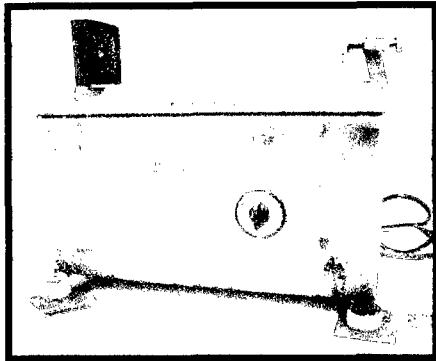


Foto 3.20: Agitador Mecánico.



Foto 3.21: Cilindros de plástico en Reposo. (arriba) Solución Stock

- Durabilidad (al Sulfato de Magnesio) NTP 400.016 (99) (MTC E 209 – 2000)

La muestra tendrá el peso suficiente para poder obtener 100 g de cada una de las fracciones que se indican a continuación:

(N°4 a N°8), (N°8 a N°16), (N°16 a N°30), (N°30 a N°50)

- Adhesividad (Riedel Weber), MTC E 220 – 2000

Se determina la adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos finos.

El ensayo consiste en someter diferentes porciones de la muestra del árido envuelto con el ligante a la acción de soluciones de carbonato sódico de concentración molar creciente en ebullición.

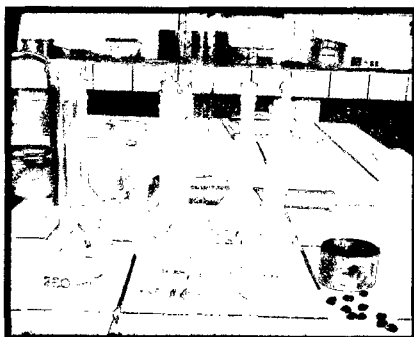


Foto 3.22: Soluciones de carbonato Sódico de concentración molar creciente



Foto 3.23: Muestra en ebullición

- Sales Solubles Totales NTP 339.152 (02) (MTC E 219 – 2000)

c) Cal Hidráulica:

- Gravedad Específica con Chatelier ASTM C-110 (00)

Se determina el peso específico de la cal hidráulica con el Chatelier.

Al frasco Chatelier con kerosene, se agrega cal hidráulica en pequeñas cantidades, se coloca el tapón en el frasco y se le hace girar en posición inclinada para sacar el aire. Se toma nota de la lectura final una vez que el frasco se haya sumergido en un baño de agua a temperatura ambiente durante un tiempo suficiente.

- Fineza por Malla (6, 10, 30 y 200) AASHTO 219 (87) (MTC E 216 – 2000)

La muestra se coloca sobre el tamiz N° 30, el cual esta encajado encima de los tamices N° 50 y N° 200, el material se lava por medio de un chorro de agua, el lavado continua hasta que el agua salga clara, el residuo de cada tamiz se seca en horno hasta peso constante.

- Análisis Químico de los Componentes de la Cal AASHTO T-219 (87)

Se determina cuantitativamente el porcentaje en peso de Ca(OH)_2 mas CaO ; CaO y H_2O de la cal (En los Resultados de Ensayos, Planilla N° 131; contenido de CaO menor a 7%, cal hidratada tipo I; Anexo "A", Tabla A.2).

d) Cemento Asfáltico:

- Penetración, ASTM D-5(97) (MTC E 304 - 2000)

Se determina la consistencia del material asfáltico sólido, haciendo uso del Penetrometro.

La penetración se define como la distancia, expresada en décimas de milímetro hasta la cual penetra verticalmente en el material una aguja normalizada en condiciones definidas de carga, tiempo y temperatura. Normalmente, el ensayo se realiza a 25 °C (77 °F) durante un tiempo de 5 seg. y con una carga móvil total, incluida la aguja de 100 g, aunque pueden emplearse otras condiciones previamente definidas.

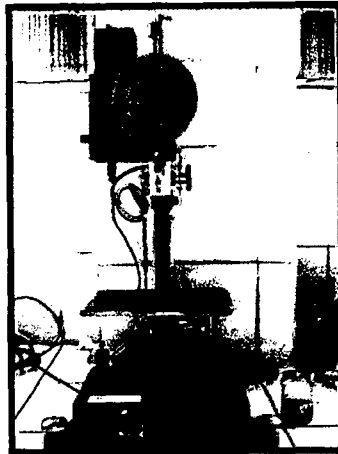


Foto 3.24: Penetrometro

- Ductilidad, ASTM D113–(99)) (MTC E 306 - 2000)

Se determina la ductilidad del material asfáltico de consistencia sólida, haciendo uso del Ductilómetro.

La ductilidad consiste en someter una probeta del material asfáltico a un ensayo de tracción, en condiciones determinadas de velocidad 5 cm/min y temperatura 25 °C (77 °F), en un baño de agua de igual densidad, siendo la ductilidad la distancia máxima en cm, que se estira la probeta hasta el instante de la rotura.



Foto 3.25: Ductilómetro



Foto 3.26: Probeta de material asfáltico a tracción

- Punto de Inflamación Copa Abierta, ASTM D-92(98) (MTC E 312 - 2000)

Se determina el punto de inflamación del asfalto sólido mediante el aparato copa abierta Cleveland.

Se coloca la muestra en la copa abierta Cleveland y se calienta a una velocidad lenta y constante. Una pequeña llama de ensayo se pasa siguiendo un plano a nivel, a través de la copa, con una velocidad uniforme, a intervalos especificados. El punto de llama es la temperatura más baja a la cual la aplicación de la llama de ensayo hace Inflamar el vapor en la superficie del líquido.

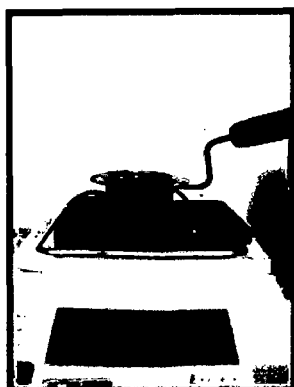


Foto 3.27: Copa Abierta de Cleveland

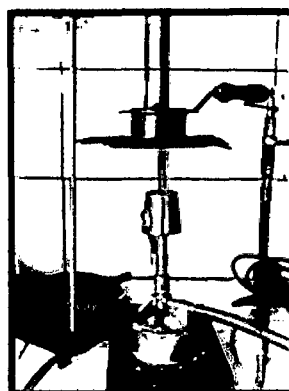


Foto 3.28: Punto de inflamación

- Solubilidad en Tricloroetileno, %, ASTM D-2042(97) (MTC E 302 – 2000)

La solubilidad es una medida de la pureza del material asfáltico, la parte que sea soluble representa los constituyentes cementantes activos.

La muestra se disuelve en tricloroetileno y se pasa a través de un filtro de papel. El material insoluble es lavado, secado y pesado.



Foto 3.29:
Frasco Erlenmeyer muestra disuelta



Foto 3.30:
Transferencia de la muestra al crisol con filtro

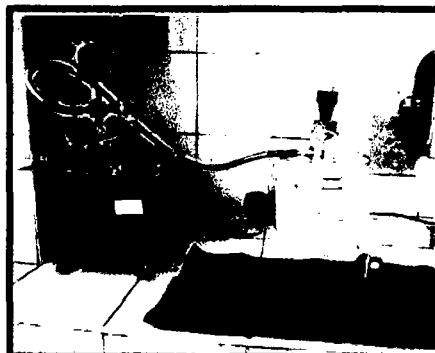


Foto 3.31:
Succión fuerte para remover el solvente restante

- Pérdida % Masa (Película Fina), ASTM D-1754 (97)

Se determina el efecto del calor, sobre una lámina delgada en movimiento, de material asfáltico sólido. Los efectos de este procedimiento se determinan a partir de la medición de ciertas propiedades del asfalto, antes y después del ensayo.

Este ensayo consiste en colocar una cantidad exacta de cemento asfáltico en un platillo de fondo plano tal que la muestra cubra el fondo del platillo con un espesor aproximado de 3 mm (1/8"). La muestra y el platillo se colocan, luego, en un plato rotatorio dentro de un horno, y se mantienen a una temperatura de 163°C (325°F) por cinco horas. Enseguida se ensaya la muestra envejecida y endurecida artificialmente, para determinar su valor de viscosidad, penetración y ductilidad.

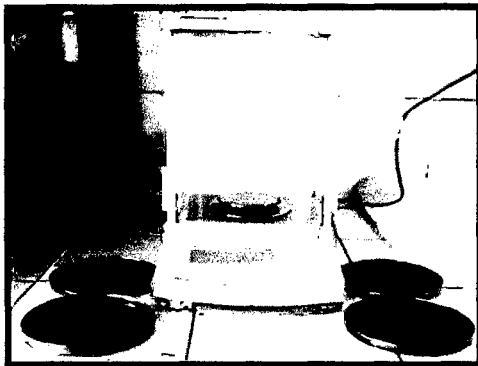


Foto 3.32: Muestra en platillos de fondo plano

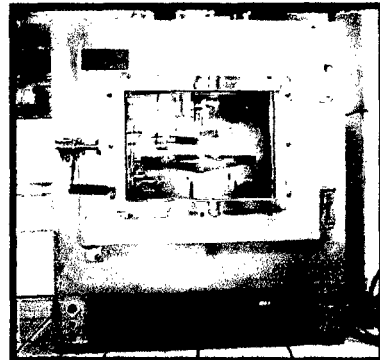


Foto 3.33: Prueba de Película Delgada en Horno

- Penetración del Residuo, ASTM D-5(97) (MTC E 304 - 2000)

- Ductilidad del Residuo, a 25°C, ASTM D-113(99) (MTC E 306 - 2000)

- Viscosidad Cinemática a 135°C, ASTM D2170-(95) (MTC E 310 - 2000)

Se determina la viscosidad cinemática del asfalto sólido a 135 °C (275 °F), usando el stoke como unidad de medida.

Se mide el tiempo requerido para que un volumen fijo de líquido fluya, por capilaridad, a través del capilar de vidrio calibrado del viscosímetro, bajo una

temperatura controlada. La viscosidad cinemática se calcula multiplicando el tiempo de flujo en segundos por el factor de calibración del viscosímetro.

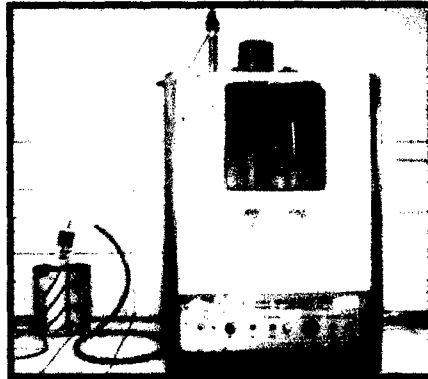


Foto 3.34: Viscosímetro tipo capilar

- Índice de Susceptibilidad Térmica (Referencia Francesa)

Se determina la Susceptibilidad térmica de un asfalto sólido a 10°C, 25°C y 30°C

e) Emulsión Asfáltica:

- Viscosidad Saybolt Furol a 25°C, ASTM D-244, MTC E-403

Se determinan la viscosidad o consistencia de las emulsiones asfálticas por medio del viscosímetro Saybolt Furol, usando los segundos Saybolt Furol como unidad de medida.

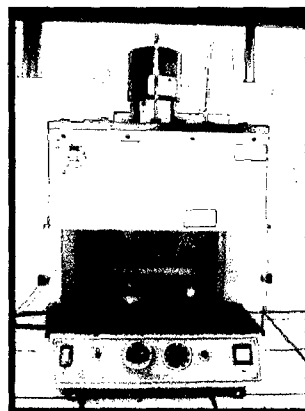


Foto 3.35: Viscosímetro Saybolt Furol

- Estabilidad al Almacenamiento, 24h, ASTM D-244, MTC E-404

Mediante este ensayo se valora la sedimentación que se produce durante el almacenamiento de las emulsiones asfálticas.

La muestra representativa es colocada en dos probetas de vidrio, se tapan herméticamente y se dejan en completo reposo. Al final del tiempo especificado, se extraen cuidadosamente, por medio del sifón, muestras tomadas de la parte superior e inferior de las probetas, y se someten durante tres horas a la temperatura de 163 °C (352 °F) en el horno.

La diferencia entre los dos promedios de los pesos del residuo de la parte inferior y superior, es el resultado del ensayo de sedimentación.

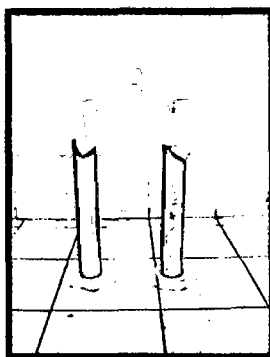


Foto 3.36: Muestra en probetas de vidrio

- Tamizado de las Emulsiones Asfálticas ASTM D-244, MTC E 405 – 2000

Se determina la cantidad de producto asfáltico mal emulsionado que hay en la emulsión haciendo uso del tamiz N°20. Los grumos, así como la película que se forma en la parte superior, pueden ser debidos a la rotura de la emulsión, contaminaciones, mala fabricación, etc.

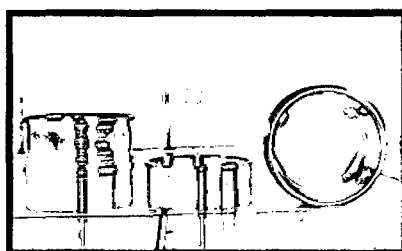


Foto 3.37: Tamiz N°20

- Stripping de Mezcla Agregado-Emulsión (Adherencia de Grava) AASHTO T-182(93)

- Adhesividad (Riedel Weber), MTC E 220 – 2000

- Destilación, ASTM D-244, MTC E-401

Se determina la proporción del residuo de la emulsión asfáltica, a este material se le realizan los ensayos de penetración, solubilidad, ductilidad, para caracterizar el material asfáltico empleado.

En este ensayo se destila una muestra de emulsión hasta una temperatura de 260 °C (500 °F), utilizando la Retorta de aleación de aluminio.

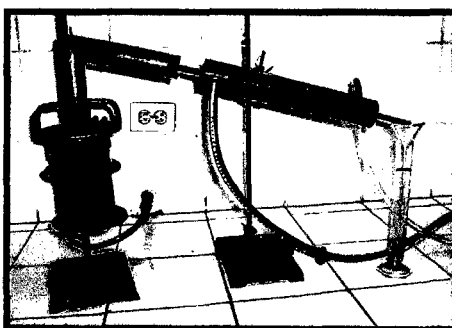


Foto 3.38: Destilación de Emulsión

Ensayos en el Residuo de la Destilación:

- Penetración 25°C, ASTM D-5(97), MTC E 304 – 2000
- Ductilidad 25°C, ASTM D113-(99), MTC E 306 – 2000
- Solubilidad en Tricloroetileno, ASTM D-2042(97), MTC E 302 – 2000

3.3.2 Material Fresado (RAP), Tramo III

a) Determinación del Porcentaje de Asfalto en Mezclas para Pavimentos (Lavado Asfáltico) MTC E-502:

Se determina cuantitativamente el porcentaje de asfalto en mezclas asfálticas en caliente, los agregados obtenidos mediante estos métodos pueden emplearse para análisis granulométrico y otro tipo de ensayos.

El ligante de la mezcla asfáltica es extraído con tricloroetileno, empleando el extractor centrífugo, El contenido de asfalto se calcula por diferencia de peso del agregado extraído y del material mineral en el extracto.

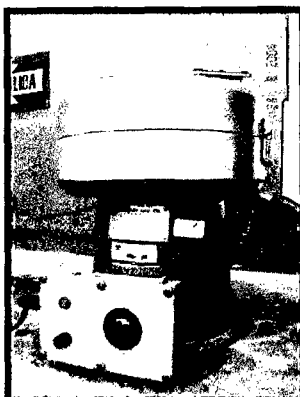


Foto 3.39: Extractor Centrífugo

b) Análisis de los Agregados Extraídos de las Mezclas (Granulometría) MTC E-503:

La muestra empleada será la totalidad del agregado de la mezcla asfáltica obtenida según la norma MTC E 502.

El agregado extraído se seca en horno hasta peso constante, se lavan por el tamiz N° 200 con agua y agente humectante orgánico para asegurar la separación de las partículas finas. Se determina la granulometría de los agregados gruesos y finos recuperados de las mezclas asfálticas, empleando tamices con malla de abertura cuadrada.

c) Abson, ASTM D1856 – (95):

Este método cubre la recuperación de asfalto de una solución de una extracción anterior MTC E-502. El asfalto es recuperado con propiedades considerablemente las mismas como la que poseía en la mezcla bituminosa y en cantidades suficientes para una posterior prueba.

La solución de solvente y asfalto de una extracción anterior es destilado bajo condiciones prescritas a un punto donde la mayoría del solvente ha sido destilado, al tiempo en el cual el gas del dióxido de carbono es introducido dentro del proceso de destilación para remover todos los rastros de la extracción del solvente. El asfalto recuperado (residuo destilado) puede entonces ser asignado para una posterior prueba como sea requerido.

- Penetración ASTM D-5(97) (MTC E 304 - 2000)

- Ductilidad ASTM D113-(99) (MTC E 306 - 2000)

- Punto de Ablandamiento MTC E-307

La determinación del punto de ablandamiento de productos bituminosos, utilizando el aparato de anillo y bola, sumergido en agua destilada, es un valor índice de la tendencia del material a fluir cuando está sometido a temperaturas elevadas, durante su vida de servicio.

Dos discos horizontales con material bituminoso, fundidos entre anillos de bronce, se calientan a una velocidad controlada en un baño líquido, mientras cada uno de ellos soporta una bola de acero. El punto de ablandamiento se considera como el valor promedio de las temperaturas, a la cuales los dos discos se ablandan lo suficiente, para permitir que cada bola envuelta en material bituminoso, caiga desde una distancia de 25 mm (1").

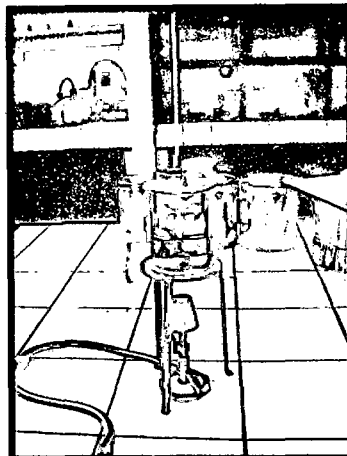


Foto 3.40: Discos horizontales con material bituminoso, anillos de bronce, bola de acero sumergidos en agua destilada

- Solubilidad en Tricloroetileno, %, ASTM D2042–(97) (MTC E 302 – 2000)

- Viscosidad Cinemática a 135°C ASTM D2170–(95) (MTC E 310 - 2000)

- Peso Específico MTC E-318

Se determina el peso específico del material asfáltico sólido a 25°C, mediante el empleo de un picnómetro.

Se toman los pesos del picnómetro calibrado limpio, seco con su tapa; del picnómetro y tapa, con agua destilada a 25°C; del picnómetro y tapa limpio, seco con cemento asfáltico en estado fluido y del picnómetro y tapa, con cemento asfáltico fluido y agua destilada. Los componentes deben estar a 25°C.

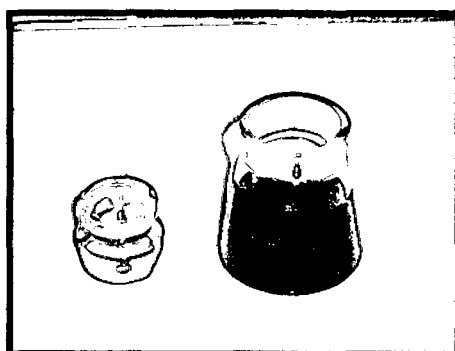


Foto 3.41: Picnómetro calibrado

- Prueba de la Mancha (Spot Test u Oliensis) AASHTO T-102(83) (MTC E 314 – 2000)

Se determina la homogeneidad o nó de los Cementos Asfálticos.

Esta prueba fue desarrollado para detectar “Resíduos Carbonosos en el Asfalto que conducen al Craqueo”.

EL producto procedente del craqueo constituye un sistema heterogéneo dentro del Asfalto y precipita con el solvente utilizado.

La prueba consiste en mezclar el Asfalto con un disolvente y determinar la forma de una mancha de una gota de Asfalto disuelto en el mismo y depositada sobre un papel especial de filtro.

La intención del ensayo es predecir que los Asfaltos que no habían sufrido craqueo eran completamente solubles en el disolvente, mientras que los que si habían sufrido sobrecalentamientos Nó, apareciendo una mancha.

Si la gota forma una mancha circular marrón ó amarillenta, marrón con un núcleo mas oscuro anular en el centro, la prueba será estimada como positiva.

Si la gota fuera una mancha circular uniformemente marrón, la prueba será estimada como negativa.

3.3.3 Requerimientos para Reciclado en Caliente

a) Método Marshall (ASTM D 1559):

Una vez definidas las gradaciones de los agregados, y en base a ensayos previos, se procedió al diseño de las mezclas asfálticas correspondientes.

Se han efectuado dos prediseños con el Método Marshall, uno con el material obtenido del fresado en frío de carpeta asfáltica existente, sin la adición de ningún componente y otro haciendo uso de los porcentajes determinados de la mezcla recuperada, con agregado granular de aportación, con 2% de cal hidratada y aditivo mejorador de adherencia.

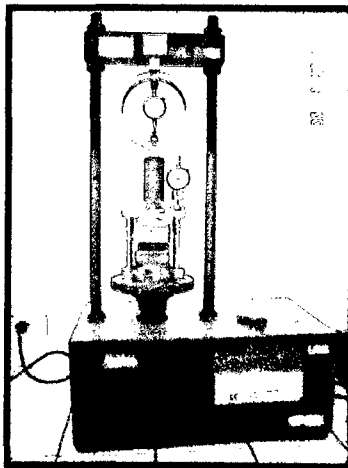


Foto 3.42: Prensa Marshall

(1) PREDISEÑO N°1: DISEÑO DE MEZCLA RECICLADA, SIN LA ADICIÓN DE NINGÚN COMPONENTE

- Diseño Aproximado de la Mezcla:

Se preparan probetas de acuerdo al procedimiento Marshall, utilizando los porcentajes determinados previamente de mezcla recuperada; el método operativo es el siguiente:

- Calentar la mezcla a reciclar a la temperatura de 140°C.

- Homogenizar la mezcla a reciclar en el menor tiempo posible, hasta tratar de conseguir un buen recubrimiento de todos los áridos.
- Se prosigue con el procedimiento normal de preparación de las probetas.

(2) PREDISEÑO N°2: DISEÑO DE MEZCLA RECICLADA, CON ADICIÓN DE ARIDOS Y ASFALTO NUEVO

- Agregados Combinados en la Mezcla Reciclada

La granulometría combinada, que cumple los requisitos especificados de la mezcla deseada, presenta las siguientes proporciones:

Piedra ¾"-10%, Piedra 3/8"-20%, Arena-18%, Material fresado (RAP)-50%, Filler-2%

- Cantidad de Asfalto a Emplear en la Mezcla Total

En los Resultados de Ensayos, Planilla N° 126, Mezcla de Agregados, granulometría resultante:

a = 59.4, b = 30.8, c = 9.8

$$P_c = 0.035 \cdot 59.4 + 0.045 \cdot 30.8 + 0.18 \cdot 9.8 + 1 = 6.229$$

$$P_c = 6\%$$

- Cantidad de Asfalto Nuevo a Incorporar en la Mezcla

Se incorporo el asfalto de mayor penetración producido comercialmente en nuestro país (PEN 120/150), con la finalidad de disminuir la consistencia de la mezcla. En los Resultados de Ensayos, Planillas N° 118 al 121, Lavado Asfáltico
Pa = 5.6

$$P_r = 6 - 5.6 \cdot 0.50 = 3.2$$

El contenido de asfalto nuevo a incorporar vario en un rango desde 2.2 a 4.2%, con incrementos de 0.5%. Se ha utilizado cal hidratada en un porcentaje de 2% del total de la mezcla para disminuir la plasticidad.

- Diseño Aproximado de la Mezcla:

- Calentar separadamente la mezcla a reciclar y los áridos nuevos, a una temperatura de 140°C
- Homogenizar la mezcla a reciclar, añadir los áridos nuevos y mezclar durante unos 30 segundos.
- Agregar el asfalto nuevo y mezclar todos los materiales, hasta conseguir un buen recubrimiento de los áridos.
- Se prosigue con el procedimiento normal de preparación de las probetas.

b) Evaluación de la Pérdida de Adhesión, en las Mezclas Obtenidas, de los Agregados Bituminosos Recubiertos No Compactados Debido a la Acción de Agua en Ebullición, MTC E 521 – 2000 (ASTM D3625)

Una muestra de una mezcla de agregados bituminosos recubiertos es colocado en un recipiente de agua destilada en ebullición. Después de enfriar la mezcla hervida, una observación visual es hecha para estimar la cantidad de bitumen del recubrimiento retenido el cual es expresado como un porcentaje.

El ensayo se realizo con el óptimo contenido de cemento asfáltico de cada prediseño.

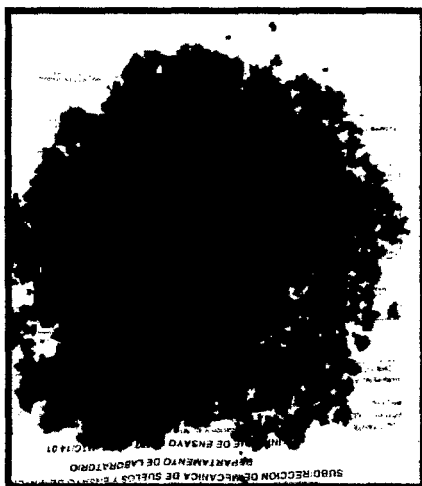


Foto 3.43: Prediseño N°1 (100% RAP)
Mezcla No Revestida



Foto 3.44: Prediseño N°2 (50% RAP)
Mezcla Revestida

3.3.4 Requerimientos para Reciclado en Frío de Mezclas Asfálticas

a) Método Illinois:

Las mezclas elaboradas se dejaron en reposo durante 24 horas para lograr su curado total y para que el asfalto en forma de emulsión desarrolle la cohesión y adhesividad como ligante, este curado se complementa dejando otras 24 horas la mezcla en hornos de temperatura controlable a 60°C hasta lograr el peso constante. La mezcla se compactara a 100°C con 75 golpes por cara para simular la compactación que se va a tener en el campo. Compactados los especímenes y todavía en el molde se coloca en un horno a 60°C por una hora. Transcurrido este periodo y todavía caliente se aplica una carga equivalente a 150 kg/cm² (12150 kg). Los especímenes elaborados fuera del molde se dejan reposar durante 24 horas antes de seguir las pruebas:

Estabilidad en Seco (sentido diametral): Se probara en seco a la temperatura ambiente en la prensa Marshall, los especímenes preparados con cada uno de los diferentes porcentajes de asfalto, de esta forma se determinara prácticamente el porcentaje óptimo de asfalto.

Estabilidad por Inmersión (sentido diametral): Los especímenes gemelos que se hicieron con cada uno de los porcentajes de asfalto previamente ensayados en seco, se someten al periodo de inmersión de 96 horas y se prueban en la maquina de compresión Marshall. Teniendo los valores de estabilidad se procede a realizar el calculo de perdida de estabilidad por inmersión.

Para que se considere que un proyecto de mezcla es correcto, la perdida de estabilidad por inmersión deberá ser menor o igual a 25%, algunas veces no coincide el valor óptimo que se obtiene en seco con el húmedo. Se escoge el que cumpla con este ultimo parámetro.

3.3.5 Resultados de Ensayos

Los siguientes ensayos han sido elaborados con Material propio de la zona.



Lima, 06 ABR 2005

OFICIO N° 188 -2005-MTC/14.01

Srta:
Bach. Ing. Nancy M. Tafur Garro
Presente.-

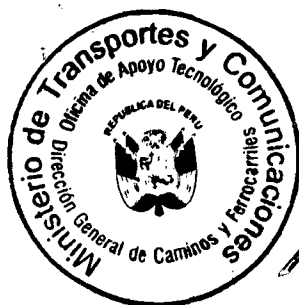
ASUNTO : Resultados de Ensayos
Tesis “Criterios de Evaluación para Reciclados De Mezclas Asfálticas. Aplicación a la Carretera: San Mateo – La Oroya, Tramo III”

REF. : Solicitud S/N (10.08.2004)

De mi consideración:

En atención a su solicitud manifiesta en el documento de la referencia adjunto al presente el Memorandum N° 114-2005-MTC/14.01.SDMSEM.DL.uma.mmsp y el Informe de Ensayo N° 130-2004-MTC/14.01 (30 folios), con los resultados de ensayos de laboratorio efectuados en la Unidades de Asfaltos y Mezclas Asfálticas, Unidad de Suelos y Unidad de Química, como parte de los ensayos para la Tesis “Criterios de Evaluación para Reciclados de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la Carretera: San Mateo – La Oroya Tramo III”.

Atentamente,




ING. ABEL RAMOS CUYA
DIRECTOR
OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO

cc.
DGC y F
SDMSEM
Dpto de Laboratorio
Modulo de Atención OAT
Archivo OAT
ARC/MVJS/JSG/msp
O.S. N° 398





MEMORÁNDUM N° 114 – 2 0 0 5 - MTC/14.01.SDMSEM.DL.uma.mmsp.

AL : **ING. ABEL RAMOS CUYA**
Director de la Oficina de Apoyo Tecnológico

DEL : **ING. MERCEDES SANCHO PONCE**
Jefe de Unidad de Asfaltos y Mezclas Asfálticas

ASUNTO : **Elevación de Resultados de Ensayos**
Proyecto : Tesis “Criterios de Evaluación para Reciclados de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la Carretera San Mateo – La Oroya Tramo III”
Solicitante: Bach. Ing. Nancy M. Tafur Garro

REF. : Solicitud S/N del 10.08.2004

FECHA : Lima, 29 de Marzo del 2005

Se adjunta al presente el Informe de Ensayo N° 130 - 005-MTC/14.01 (30 folios) con los resultados de los ensayos de laboratorio (solicitados expresamente con documento de referencia) efectuados en las Unidades de Asfaltos y Mezclas Asfálticas, Suelos y Química, como parte de los ensayos para la Tesis “Criterios de Evaluación para Reciclados de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la Carretera San Mateo – La Oroya Tramo III”, los que cuentan con Orden de Servicio OAT N° 398 -2004-MTC/14.01.

Agradeceré hacer de conocimiento del interesado

Atentamente,



Ing. Mercedes Sancho Ponce
Jefe de Unidad de Asfaltos y Mezclas Asfálticas
Subdirección de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales



C.C.:
Dpto. de Laboratorio
O.S. N°398
Archivo
MSP/mmsp



OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO Nº 1 3 0 - 2005 - MTC/14.01

SOLICITANTE	:	Bach.Ing.Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA	:	Material fresado
DOMICILIO LEGAL	:	Calle Elvira García y García Nº 250- Urb Cueto Fernandini- Los Olivos	IDENTIFICACIÓN	:	La que se indica
PROYECTO	:	Tesis " Criterios de Evaluación para Reciclado de Mezclas Asfálticas.Aplicación a la Carretera San Mateo - La Oroya, Tramo III"	CANTIDAD	:	400 kg aprox.
REFERENCIA	:	Solicitud S/N del 10.08.2004	PRESENTACIÓN	:	08 sacos
FECHA DE RECEPCIÓN	:	11.08.2004	FECHA ENSAYO	:	19.08.2005



MALLAS		DENOMINACIÓN	MATERIAL FRESADO					
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	MUESTRA	INTEGRAL					
		NORMAS ENSAYO	RET.	PASA				
3"	76,200	NTP 400.012(01)						
2 1/2"	63,500							
2"	50,800							
1 1/2"	38,100							
1"	25,400				100			
3/4"	19,050			6	94			
1/2"	12,700			27	67			
3/8"	9,525			11	56			
1/4"	6,350			18	38			
Nº 4	4,760			7	31			
Nº 6	3,360			7	24			
Nº 8	2,380			6	18			
Nº 10	2,000			2	16			
Nº16	1,190			6	10			
Nº 20	0,840			3	7			
Nº 30	0,590			2	5			
Nº 40	0,426			2	3			
Nº 50	0,297			1	2			
Nº 80	0,177			1	1			
Nº 100	0,149			-	1			
Nº 200	0,074		-	1				
- Nº 200	-	NTP 400.018(02)	1	-				

Observaciones:

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
 La interpretación ajena de los resultados es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.
 Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución Nº 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



ING. JEFE DE UNIDAD
 Lima, 24 de Febrero del 2005



USA (1/8)
 enf / nmtg-npf
 O.S. Nº 398





**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
 SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005 - MTC/14.01

SOLICITANTE : Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro **MUESTRA** : Agregados
DOMICILIO LEGAL : Calle Elvira García y García N° 250 - Urb Cueto **IDENTIFICACIÓN** : La que se indica
 Fernandini - Los Olivos
PROYECTO : Tesis "Criterios de Evaluación para Reciclado de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la Carretera San Mateo- La Oroya, Tramo III" **CANTIDAD** : 500 kg aprox.
REFERENCIA : Solicitud S/N del 10.08.2004 **PRESENTACIÓN** : 09 sacos
FECHA DE RECEPCIÓN : 11.08.2004 **FECHA ENSAYO** : 19.08.2004



MALLAS		DENOMINACIÓN	AGREGADO GRUESO (PIEDRA 3/4") TAMIZADA POR MALLA 3/4"		AGREGADO GRUESO (PIEDRA 3/4") TAMIZADA POR MALLA 1/2"		AGREGADO GRUESO (PIEDRA 3/4") TAMIZADA POR MALLA 1/4"	
SERIE AMERICANA	ABERTURA(mm)		RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA
3"	76,200	NTP 400.012(01)						
2 1/2"	63,500							
2"	50,800							
1 1/2"	38,100							
1"	25,400			100				
3/4"	19,050			89	11		100	
1/2"	12,700			11	-	69	31	
3/8"	9,525					28	3	100
1/4"	6,350					3	-	47 53
N° 4	4,760							39 14
N° 6	3,360							14
N° 8	2,380							
N° 10	2,000							
N°16	1,190							
N° 20	0,840							
N° 30	0,590							
N° 40	0,426							
N° 50	0,297							
N° 80	0,177							
N° 100	0,149							
N° 200	0,074							
- N° 200	-	NTP 400.018(02)						
P.E.BULK (BASE SECA) gr/cm3		NTP 400.021(02)	2,666		2,660		2,649	
P.E.BULK (BASE SATURADA) gr/cm3		NTP 400.021(02)	2,689		2,686		2,677	
P.E.APARENTE (BASE SECA)gr/cm3		NTP 400.021(02)	2,729		2,729		2,725	
ABSORCIÓN %		NTP 400.021(02)	0,9		0,9		1,1	
ABRASIÓN(%)		NTP 400.019(02)	19,5		NO SE REALIZO		NO SE REALIZO	
DURABILIDAD SO4Mg (%)		NTP 400.016(99)	4,46		4,02		6,19	
PART. CHATAS Y ALARGADAS (%)		NTP 400.040(99)	4		9		NO SE REALIZO(*)	
% CARAS DE FRACTURA (1 ó más)		ASTM D-5821(95)	94		87		NO SE REALIZO(*)	
% CARAS DE FRACTURA (2 ó más)		ASTM D-5821(95)	76		77		NO SE REALIZO(*)	

Observaciones:

- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante como "Agregado grueso (piedra 3/4)".
 (*) No se realizaron los ensayos, dado que la muestra no presentaba la gradación requerida para ensayos.
 La interpretación ajena de los resultados es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.
 Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



[Signature]
 ING. JEFE DE UNIDAD
 ING. E. NIETO
 Lima, 24 de Febrero del 2005

USA (2/8)
 enf /hmtg -npf
 O.S. N° 398



LABORATORIO AT

Av. Túpac Amaru N° 1300 - Rimac, Tel: 46-3707 Fax: 461-0677





**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
 SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005 - MTC/14.01

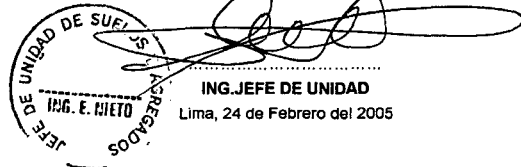
SOLICITANTE :	Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA :	Agregados
DOMICILIO LEGAL :	Calle Elvira García y García N° 250- Urb Cueto Fernandini - Los Olivos	IDENTIFICACIÓN :	La que se indica
PROYECTO :	Tesis "Criterios de Evaluación para Reciclado de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la Carretera San Mateo - La Oroya Tramo III"	CANTIDAD :	500 kg aprox.
REFERENCIA :	Solicitud S/N del 10.08.2004	PRESENTACIÓN :	8 sacos
FECHA DE RECEPCIÓN :	11.08.2004	FECHA ENSAYO :	19.08.2004



MALLAS		DENOMINACIÓN	AGREGADO FINO (ARENA 1/4")					
SERIE AMERICANA	ABERTURA(mm)		RET.	PASA				
3"	76,200	NTP 400.012(01)						
2 1/2"	63,500							
2"	50,800							
1 1/2"	38,100							
1"	25,400							
3/4"	19,050							
1/2"	12,700							
3/8"	9,525							
1/4"	6,350							
N° 4	4,760				100			
N° 6	3,360			12	88			
N° 8	2,380			12	76			
N° 10	2,000			5	71			
N° 16	1,190			17	54			
N° 20	0,840			8	46			
N° 30	0,590			7	39			
N° 40	0,426			6	33			
N° 50	0,297			5	28			
N° 80	0,177			6	22			
N° 100	0,149			2	20			
N° 200	0,074		5	15				
- N° 200	-	NTP 400.018(02)	15					
LÍMITE LÍQUIDO (%) MAT. PASA N° 40		NTP 339.129(99)	16,0					
INDICE PLÁSTICO (MAT. PASA N° 40)		NTP 339.129(99)	N.P.					
LÍMITE LÍQUIDO (%) MAT. PASA N° 200		NTP 339.129(99)	23,0					
INDICE PLÁSTICO (MAT. PASA N° 200)		NTP 339.129(99)	3,0					
P.E.BULK (BASE SECA) gr/cm3		NTP 400.022(02)	2,651					
P.E.BULK (BASE SATURADA) gr/cm3		NTP 400.022(02)	2,681					
P.E.APARENTE (BASE SECA) gr/cm3		NTP 400.022(02)	2,732					
ABSORCIÓN %		NTP 400.022(02)	1,1					
DURABILIDAD SO4Mg (%)		NTP 400.016(99)	7,74					
EQUIVALENTE ARENA %		NTP 339.146(00)	35,6					
EQUIVALENTE ARENA % (con 2% de Cal)		NTP 339.146(00)	54,7					

Observaciones:

Muestra proporcionada e identificada por el solicitante como "Agregado fino(arena 1/4")".
 La interpretación ajena de los resultados es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.
 Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



ING. JEFE DE UNIDAD
 Lima, 24 de Febrero del 2005

USA (3/8)
 enf /nmtg-npf
 O.S. N° 398



LABORATORIO

Av. Túpac Amaru N° 1360 - Rimac, Telf: 40-3707 Fax: 401-0677





**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

INFORME DE ENSAYO N° 1 3 0 - 2005 - MTC/14.01

SOLICITANTE	: Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA	: Material Fresado y agregados
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N° 250 - Urb Cueto Fernandini - Los Olivos	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica
PROYECTO	: Tesis "Criterios de Evaluación para Reciclado de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la Carretera San Mateo - La Oroya, Tramo III"	CANTIDAD	: 400 -500 kg aprox.
REFERENCIA	: Solicitud S/N del 10.08.2004	PRESENTACIÓN	: Sacos
FECHA DE RECEPCIÓN	: 11.08.2004	FECHA DE ENSAYO	: 19.08.2004



NTP 400.018(2002) AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO 75 µm (N° 200) POR LAVADO EN AGREGADOS (PROCEDIMIENTO A)*

IDENTIFICACIÓN	RESULTADO (%)
Material Fresado	0,8
Agregado fino (Arena 1/4")	15

Observaciones:

- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
- (*) 2002-05-16(2ª Edición). Referencia a AGGREGATES. Standard test method for determine materials finer than 75 µm(N° 200) sieve in aggregates by washing (ASTM C-117).
- Ensayo efectuado con 300 a 500 g de muestra (agregado pasante malla N°4).
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos es de exclusiva responsabilidad del usuario.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



[Handwritten Signature]
 DE UNIDAD DE SUELOS
 ING. E. NIETO **ING JEFE DE UNIDAD**
 Lima, 24 de Febrero del 2005

USA (4/8)
enf./ nmtg -npf
O.S.N° 398



LABORATORIO AT

Av. Túpac Amaru N° 1590 - Rimac, Telf: 41-3707 Fax: 41-0877





DGCF

005

OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
SUB DIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

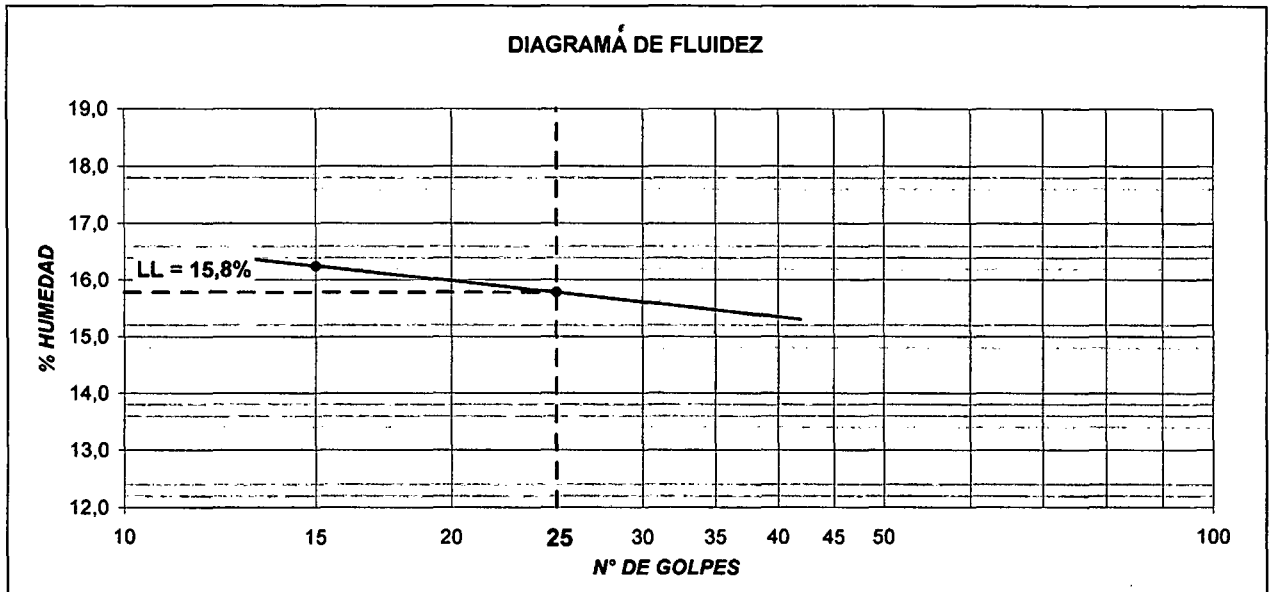
INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005-MTC/14.01

SOLICITANTE : Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro
DOMICILIO LEGAL : Calle Elvira García y García N°250 - Urb. Cueto Fernandini
PROYECTO : Tesis
REFERENCIA : Solicitud S/N de 10.08.2004
FECHA DE RECEPCIÓN : 11.08.2004
MUESTRA : Agregado Fino
IDENTIFICACIÓN : Arena 1/4"
CANTIDAD : 91 g
PRESENTACIÓN : 02 Tarros
FECHA DE ENSAYO : 29.09.2004



NTP 339.129 (1 999) DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELO.

Table with 7 columns: DESCRIPCIÓN, LÍMITE LÍQUIDO (1, 2, 3), LÍMITE PLÁSTICO (1, 2). Rows include: ENSAYO No., CÁPSULA No., PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (gr), PESO CÁPSULA + SUELO SECO (gr), PESO AGUA (gr), PESO DE LA CÁPSULA (gr), PESO SUELO SECO (gr), CONTENIDO DE HUMEDAD (%), NÚMERO DE GOLPES.



CONDICIÓN DE LA MUESTRA : ARENA TAMIZADA POR LA MALLA N°40

Table with 6 columns: RESULTADOS DE ENSAYOS. Values: LÍMITE LÍQUIDO (%): 15,8; LÍMITE PLÁSTICO (%): --; ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%): NP.

USA (5/8)
enf/ntg
O.S. N°398



ING. JEFE DE UNIDAD
Lima, 24 de febrero del 2005

104





**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
SUB DIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

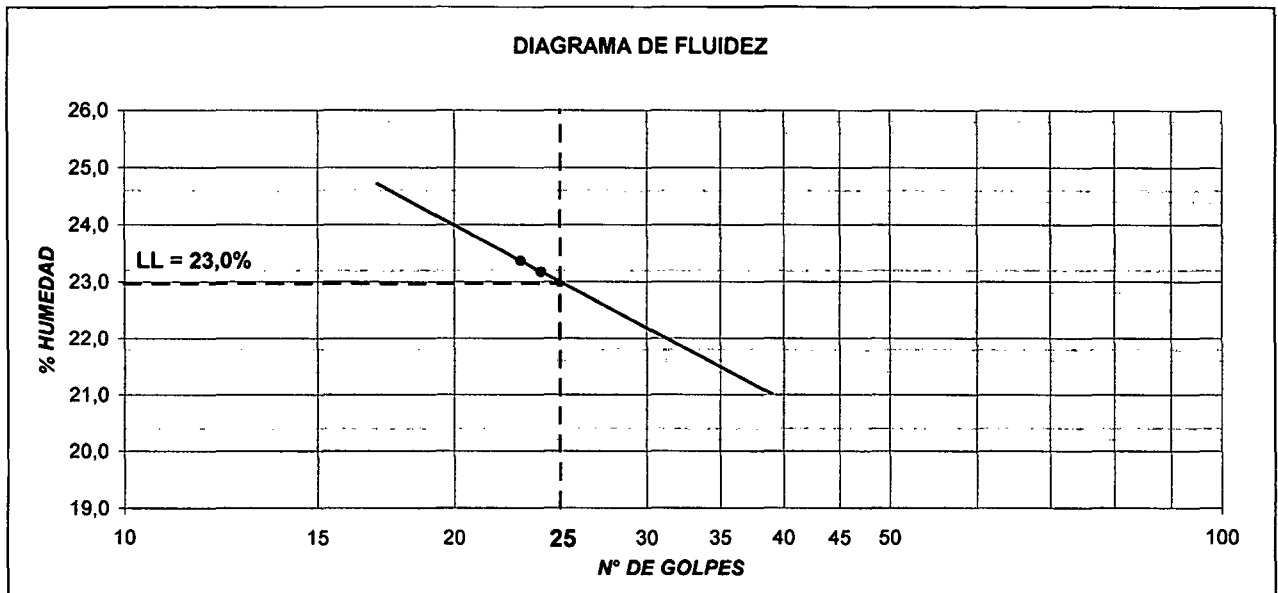
INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005-MTC/14.01

SOLICITANTE	: Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA	: Agregado Frio
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N°250 - Urb. Cueto Fernandini Los Olivos - Lima	IDENTIFICACIÓN	: Arena 1/4"
PROYECTO	: Tesis : "Criterios de Evaluación Para Reciclado de Mezclas Asfálticas Aplicación a la Carretera San Mateo - La Oroya, Tramo III".	CANTIDAD	: 91 g
REFERENCIA	: Solicitud S/N de 10.08.2004	PRESENTACIÓN	: 02 Tarros
FECHA DE RECEPCIÓN	: 11.08.2004	FECHA DE ENSAYO	: 29.09.2004



NTP 339.129 (1 999) DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELO.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.	D9	K1		H69	DE2
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (gr)	26,42	25,36		23,10	22,68
PESO CÁPSULA + SUELO SECO (gr)	23,63	22,82		21,19	20,83
PESO AGUA (gr)	2,79	2,54		1,91	1,85
PESO DE LA CÁPSULA (gr)	11,69	11,86		11,84	11,72
PESO SUELO SECO (gr)	11,94	10,96		9,35	9,11
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	23,37	23,18		20,43	20,31
NÚMERO DE GOLPES	23	24			



CONDICIÓN DE LA MUESTRA : ARENA TAMIZADA POR LA MALLA N°200

RESULTADOS DE ENSAYOS					
LÍMITE LÍQUIDO (%)	23,0	LÍMITE PLÁSTICO (%)	20,4	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	2,6

USA (6/8)
enf/ntg
O.S. N°398



105
ING. JEFE DE UNIDAD
Lima, 24 de febrero del 2005





OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
SUB DIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

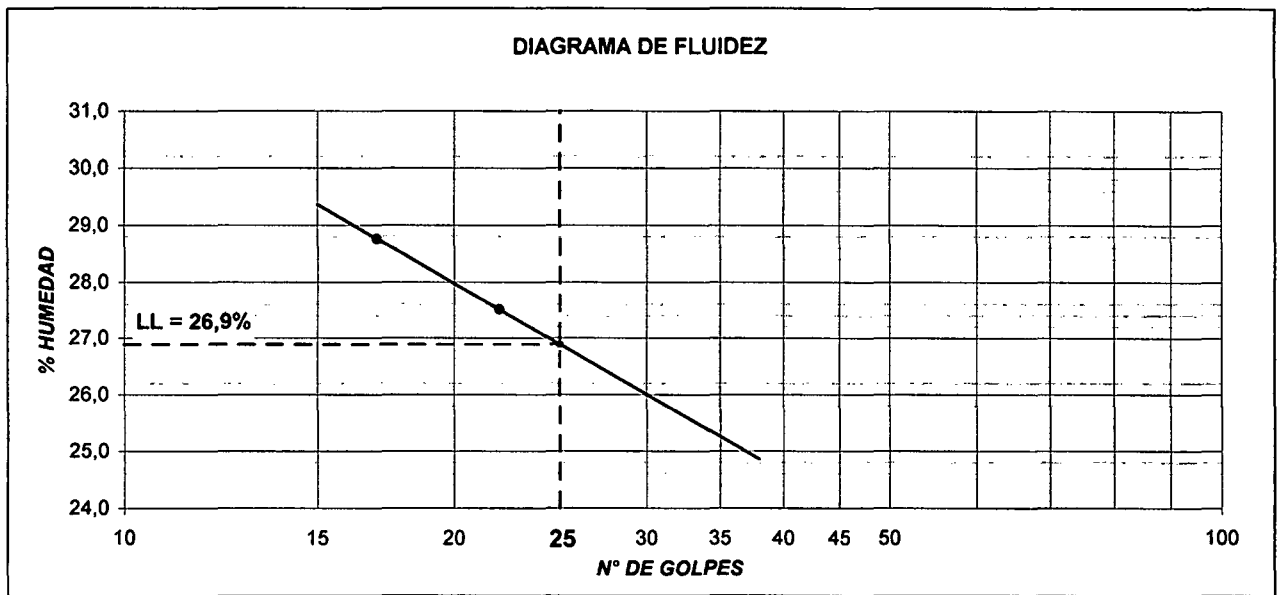
INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005-MTC/14.01

SOLICITANTE	: Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA	: Agregado, Cal
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N°250 - Urb. Cueto Fernandini Los Olivos - Lima	IDENTIFICACIÓN	: Arena 1/4" + 1% de cal
PROYECTO	: Tesis : "Criterios de Evaluación Para Reciclado de Mezclas Asfálticas Aplicación a la Carretera San Mateo - La Oroya, Tramo III".	CANTIDAD	: 91 g y 09 g
REFERENCIA	: Solicitud S/N de 10.08.2004	PRESENTACIÓN	: 02 Tarros
FECHA DE RECEPCIÓN	: 11.08.2004	FECHA DE ENSAYO	: 29.09.2004



NTP 339.129 (1 999) DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELO.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.					
CÁPSULA No.	Q1	Q6		H-69	Q2
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (gr)	43,37	39,74		26,68	24,39
PESO CÁPSULA + SUELO SECO (gr)	36,34	33,74		23,59	21,80
PESO AGUA (gr)	7,03	6,00		3,09	2,59
PESO DE LA CÁPSULA (gr)	11,90	11,93		11,84	11,87
PESO SUELO SECO (gr)	24,44	21,81		11,75	9,93
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	28,76	27,51		26,30	26,08
NÚMERO DE GOLPES	17	22			



CONDICIÓN DE LA MUESTRA : ARENA TAMIZADA POR LA MALLA N°200 CON 1% DE CAL.

RESULTADOS DE ENSAYOS					
LÍMITE LÍQUIDO (%)	26,9	LÍMITE PLÁSTICO (%)	26,2	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	0,7

USA (7/8)
enf/ntg
O.S. N°398



[Signature]
ING. JEFE DE UNIDAD
 Lima, 24 de febrero del 2005





**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
 SUB DIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
 DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

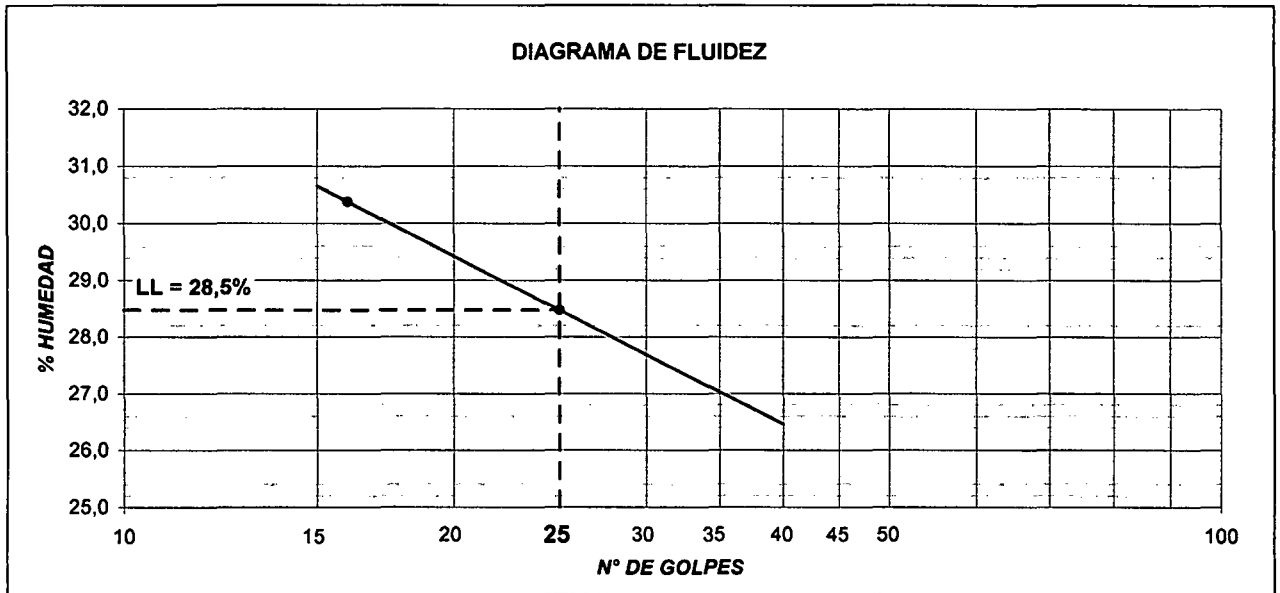
INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005-MTC/14.01

SOLICITANTE : Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA : Arena, Cal
DOMICILIO LEGAL : Calle Elvira García y García N°250 - Urb. Cueto Fernandini Los Olivos - Lima	IDENTIFICACIÓN : Arena 1/4" + 2% de cal
PROYECTO : Tesis "Criterios de Evaluación Para Reciclado de Mezclas Asfálticas Aplicación a la Carretera San Mateo - La Oroya, Tramo III".	CANTIDAD : 91g y 09g
REFERENCIA : Solicitud S/N de 10.08.2004	PRESENTACIÓN : 02 Tarros
FECHA DE RECEPCIÓN : 11.08.2004	FECHA DE ENSAYO : 29.09.2004



NTP 339.129 (1 999) DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELO.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.					
CÁPSULA No.	Q6	H-69			
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO (gr)	38,02	38,24			
PESO CÁPSULA + SUELO SECO (gr)	31,94	32,39			
PESO AGUA (gr)	6,08	5,85			
PESO DE LA CÁPSULA (gr)	11,93	11,84			
PESO SUELO SECO (gr)	20,01	20,55			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	30,38	28,47			
NÚMERO DE GOLPES	16	25			



CONDICIÓN DE LA MUESTRA : ARENA TAMIZADA POR LA MALLA N°200 CON 2% DE CAL

RESULTADOS DE ENSAYOS					
LÍMITE LÍQUIDO (%)	28,5	LÍMITE PLÁSTICO (%)	--	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

USA (8/8)
enf/mtg
O.S. N°398



ING. JEFE DE UNIDAD
 Lima, 24 de febrero del 2005

107





DGCF 009

OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2004 - MTC/14.01

SOLICITANTE : Srta. Nancy Mariella Tafur Garro
DOMICILIO LEGAL : Calle Elvira Garcia y Garcia N° 250 - Urb. Cueto Fernandini - Los Olivos.
PROYECTO : TESIS " Criterios de Evaluación para Reciclados de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la Carretera : San Mateo - La Oroya, Tramo III.
REFERENCIA : Solicitud S/N del 10.08.04
FECHA DE RECEPCIÓN : 11.08.2004
MUESTRA : Agregados
IDENTIFICACIÓN : El que se indica
CANTIDAD : 1,000 kg. Aprox.
PRESENTACIÓN : 17 Sacos
FECHA ENSAYO : 25.08.2004



Table with 2 main columns: Material and Sales Solubles (%). Rows include Agregado Grueso (Piedra 3/4") and Agregado Fino (A1, A2).

Observaciones:

- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
- La interpretación ajena de los resultados es de exclusiva responsabilidad del usuario.
Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



ING. A. MAGUINA
JEFE DE UNIDAD
Lima, 26 de Agosto del 2004

UAQ (1/1)
ama
O.S. N° 398





**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
 SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005 - MTC/14.01

SOLICITANTE	: Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA	: Emulsión Asfáltica Catiónica
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N°250 - Urb Cueto Fernandini Los Olivos - Lima	IDENTIFICACIÓN	: No presenta
PROYECTO	: Tesis "Criterios de Evaluación Para Reciclados de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la Carretera San Mateo - La Oroya Tramo III".	CANTIDAD	: 05 galones
REFERENCIA	: Solicitud S/N del 10 de Agosto del 2004	PRESENTACIÓN	: Envase de plástico
FECHA DE RECEPCIÓN	: 11.08.2004	FECHA DE ENSAYO	: Noviembre - 2004



EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIÓNICA

ENSAYO EN LA EMULSIÓN	NORMA	RESULTADO
VISCOSIDAD SAYBOLT FUROL, 25 °C (s)	ASTM D-244/00*	33,8
ESTABILIDAD AL ALMACENAMIENTO, 24h (%)	ASTM D-244/00*	-0,8
DESTILACIÓN, Residuo (%)	ASTM D-244/00*	63,0
ENSAYO EN EL RESIDUO DE LA DESTILACIÓN		
PENETRACIÓN, 25 °C, 100 g, 5 s, 0.1 mm	ASTM D-5/97*	66
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO (%)	ASTM D-2042/97*	99,61
DUCTILIDAD, 25 °C, 5 cm/min (cm)	ASTM D-113/99*	50



Observaciones:

- (*) Publicado en Annual Book of ASTM Standards 2001.
- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Proveedor: Bituper SAC
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos, es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos ó como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



[Firma]
 ING. JEFE DE UNIDAD

Lima, 16 de Marzo del 2005



**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
 SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005 - MTC/14.01

SOLICITANTE	: Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA	: Emulsión Asfáltica Catiónica
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N° 250 - Urb. Cueto Fernandini Los Olivos - Lima	IDENTIFICACIÓN	: No Presenta
PROYECTO	: Tesis "Criterios de Evaluación para Reciclado de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la Carretera: San Mateo - La Oroya Tramo III".		
REFERENCIA	: Solicitud S/N del 10 de Agosto del 2004	CANTIDAD	: 05 Galones
FECHA DE RECEPCIÓN	: 11/08/04	PRESENTACIÓN	: Envase plástico
		FECHA DE ENSAYO	: Noviembre - 2004




ASTM D-244/00* STANDARD TEST METHODS FOR EMULSIFIED ASPHALTS

ENSAYO EN LA EMULSIÓN	RESULTADO (%)
Sieve Test (Tamiz N° 20)	0,06

Observaciones:

- (*) Publicado en Annual Book of ASTM Standards 200, sections 53 - 58.
 - Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Proveedor: Bituper SAC
 - La interpretación ajena de los resultados de ensayos, es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos ó como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).





 ING. JEFE DE UNIDAD
 Lima, 16 de Marzo del 2005

UMA (2/21)
 msp/lca.
 O.S. N°398



**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
 SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005 - MTC/14.01

SOLICITANTE : Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA : Emulsión Asfáltica Catiónica
DOMICILIO LEGAL : Calle Elvira García y García N°250 - Urb Cueto Fernandini Los Olivos - Lima	IDENTIFICACIÓN : CSS - 1
PROYECTO : Tesis "Criterios de Evaluación Para Reciclado de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la Carretera San Mateo - La Oroya Tramo III".	CANTIDAD : 05 galones
REFERENCIA : Solicitud S/N del 10 de Agosto del 2004	PRESENTACIÓN : Envase de plástico
FECHA DE RECEPCIÓN : 11.08.2004	FECHA DE ENSAYO : Noviembre - 2004



EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIÓNICA

ENSAYO EN LA EMULSIÓN	NORMA	RESULTADO
VISCOSIDAD SAYBOLT FUROL, 25 °C (s)	ASTM D-244/00*	19,9
ESTABILIDAD AL ALMACENAMIENTO, 24h (%)	ASTM D-244/00*	0,6
DESTILACIÓN, Residuo (%)	ASTM D-244/00*	60,4
ENSAYO EN EL RESIDUO DE LA DESTILACIÓN		
PENETRACIÓN, 25 °C, 100 g, 5 s, 0.1 mm	ASTM D-5/97*	72
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO (%)	ASTM D-2042/97*	99,75
DUCTILIDAD, 25 °C, 5 cm/min (cm)	ASTM D-113/99*	51

Observaciones:

- (*) Publicado en Annual Book of ASTM Standards 2001.
- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Proveedor: Emulsiones Especiales SAC.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos, es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos ó como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



[Signature]
 ING. JEFE DE UNIDAD

Lima, 16 de Marzo del 2005

UMA (3/21)
 msp/lca.
 O.S. N°398



013

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
 SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005 - MTC/14.01

SOLICITANTE	: Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA	: Emulsión Asfáltica Catiónica
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N° 250 - Urb. Cueto Fernandini Los Olivos - Lima	IDENTIFICACIÓN	: CSS - 1
PROYECTO	: Tesis "Criterios de Evaluación para Reciclado de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la Carretera: San Mateo - La Oroya Tramo III".	CANTIDAD	: 05 Galones
REFERENCIA	: Solicitud S/N del 10 de Agosto del 2004	PRESENTACIÓN	: Envase plástico
FECHA DE RECEPCIÓN	: 11/08/04	FECHA DE ENSAYO	: Noviembre - 2004



ASTM D-244/00* STANDARD TEST METHODS FOR EMULSIFIED ASPHALTS

ENSAYO EN LA EMULSIÓN	RESULTADO (%)
Sieve Test (Tamiz N° 20)	0,01

Observaciones:

- (*) Publicado en Annual Book of ASTM Standards 200, sections 53 - 58.
 - Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Proveedor: Emulsiones Especiales SAC.
 - La interpretación ajena de los resultados de ensayos, es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos ó como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



[Signature]
 ING. JEFE DE UNIDAD
 Lima, 16 de Marzo del 2005

UMA (4/21)
 msp/lca.
 O.S. N°398

112



OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005 - MTC/14.01

SOLICITANTE	: Bach.Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA	: Emulsión Asfáltica Catiónica
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N°250 - Urb Cueto Fernandini Los Olivos - Lima	IDENTIFICACIÓN	: CSS - 1
PROYECTO	: Tesis "Criterios de Evaluación Para Reciclados de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la Carretera San Mateo - La Oroya Tramo III".	CANTIDAD	: 05 galones
REFERENCIA	: Solicitud S/N del 10 de Agosto del 2004	PRESENTACIÓN	: Envase de plástico
FECHA DE RECEPCIÓN	: 11.08.2004	FECHA DE ENSAYO	: Noviembre - 2004



EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA

ENSAYO EN LA EMULSIÓN	NORMA	RESULTADO
VISCOSIDAD SAYBOLT FUROL, 25 °C (s)	ASTM D-244/00*	29,6
ESTABILIDAD AL ALMACENAMIENTO, 24h (%)	ASTM D-244/00*	0,4
DESTILACIÓN, Residuo (%)	ASTM D-244/00*	64,0
ENSAYO EN EL RESIDUO DE LA DESTILACIÓN		
PENETRACIÓN, 25 °C, 100 g, 5 s, 0.1 mm	ASTM D-5/97*	73
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO (%)	ASTM D-2042/97*	99,89
DUCTILIDAD, 25 °C, 5 cm/min (cm)	ASTM D-113/99*	81

Observaciones:

- (*) Publicado en Annual Book of ASTM Standards 2001.
 - Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Proveedor: Emulsiones Asfálticas E.I.R Ltda.
 - La interpretación ajena de los resultados de ensayos, es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos ó como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



[Signature]
ING. JEFE DE UNIDAD

Lima, 16 de Marzo del 2005

UMA (5/21)
 msp/lca.
 O.S. N°398



**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
 SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005 - MTC/14.01

SOLICITANTE	: Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA	: Emulsión Asfáltica Catiónica
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N° 250 - Urb. Cueto Fernandini Los Olivos - Lima	IDENTIFICACIÓN	: CSS - 1
PROYECTO	: Tesis "Criterios de Evaluación para Reciclados de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la Carretera: San Mateo - La Oroya Tramo III".		
REFERENCIA	: Solicitud S/N del 10 de Agosto del 2004	CANTIDAD	: 05 Galones
FECHA DE RECEPCIÓN	: 11/08/04	PRESENTACIÓN	: Envase plástico
		FECHA DE ENSAYO	: Noviembre - 2004



ASTM D-244/00* STANDARD TEST METHODS FOR EMULSIFIED ASPHALTS

ENSAYO EN LA EMULSIÓN	RESULTADO (%)
Sieve Test (Tamiz N° 20)	0,05

Observaciones:

- (*) Publicado en Annual Book of ASTM Standards 200, sections 53 - 58.
- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Proveedor: Emulsiones Asfálticas E.I.R Ltda.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos, es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos ó como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



[Signature]
ING. JEFE DE UNIDAD
 Lima, 16 de Marzo del 2005

UMA (6/21)
 msp/lca.
 O.S. N°398



**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
 SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005 - MTC/14.01

SOLICITANTE	: Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA	: Emulsión Asfáltica Catiónica
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N°250 - Urb Cueto Fernandini Los Olivos - Lima	IDENTIFICACIÓN	: CSS - 1h con polímero
PROYECTO	: Tesis "Criterios de Evaluación Para Reciclados de Mezclas Asfálticas - Aplicación a la Carretera San Mateo - La Oroya Tramo III".	CANTIDAD	: 05 galones
REFERENCIA	: Solicitud S/N del 10 de Agosto del 2004	PRESENTACIÓN	: Envase de plástico
FECHA DE RECEPCIÓN	: 11.08.2004	FECHA DE ENSAYO	: Noviembre - 2004



EMULSIÓN ASFÁLTICA CATIONICA

ENSAYO EN LA EMULSIÓN	NORMA	RESULTADO
VISCOSIDAD SAYBOLT FUROL, 25 °C (s)	ASTM D-244/00*	28,5
ESTABILIDAD AL ALMACENAMIENTO, 24h (%)	ASTM D-244/00*	0,9
DESTILACIÓN, Residuo (%)	ASTM D-244/00*	63,6
ENSAYO EN EL RESIDUO DE LA DESTILACIÓN		
PENETRACIÓN, 25 °C, 100 g, 5 s, 0.1 mm	ASTM D-5/97*	71
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO (%)	ASTM D-2042/97*	99,72
RECUPERACIÓN ELÁSTICA, 5 °C (%)	ASTM D-113/99*	22,5
DUCTILIDAD, 25 °C, 5 cm/min (cm)	ASTM D-113/99*	23

Observaciones:

- (*) Publicado en Annual Book of ASTM Standards 2001.
- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Proveedor: Emulsiones Asfálticas E.I.R. Ltda.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos, es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos ó como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



[Signature]
ING. JEFE DE UNIDAD
 Lima, 16 de Marzo del 2005

UMA (7/21)
 msp/lca.
 O.S. N°398



**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
 SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005 - MTC/14.01

SOLICITANTE	: Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA	: Emulsión Asfáltica Catiónica
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N° 250 - Urb. Cueto Fernandini Los Olivos - Lima	IDENTIFICACIÓN	: CSS - 1h con polímero
PROYECTO	: Tesis "Criterios de Evaluación para Reciclados de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la Carretera: San Mateo - La Oroya Tramo III".		
REFERENCIA	: Solicitud S/N del 10 de Agosto del 2004	CANTIDAD	: 05 Galones
FECHA DE RECEPCIÓN	: 11/08/04	PRESENTACIÓN	: Envase plástico
		FECHA DE ENSAYO	: Noviembre - 2004



ASTM D-244/00* STANDARD TEST METHODS FOR EMULSIFIED ASPHALTS

ENSAYO EN LA EMULSIÓN	RESULTADO (%)
Sieve Test (Tamiz N° 20)	0,06

Observaciones:

- (*) Publicado en Annual Book of ASTM Standards 200, sections 53 - 58.
- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante. Proveedor: Emulsiones Asfálticas E.I.R. Ltda.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos, es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos ó como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



[Signature]
ING. JEFE DE UNIDAD
 Lima, 16 de Marzo del 2005

UMA (8/21)
 msp/lca.
 O.S. N°398



OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005 - MTC/14.01

SOLICITANTE	: Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA	: Agregados, Emulsión Asfáltica y
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N° 250 - Urb. Cueto Fernandini		Cemento Asfáltico.
	Los Olivos - Lima	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica
PROYECTO	: Tesis "Criterios de Evaluación para Reciclados de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la Carretera San Mateo - La Oroya Tramo III".	CANTIDAD	: 400 kg aprox., 05 gls. y 01gl.
REFERENCIA	: Solicitud S/N del 10 de Agosto del 2004	PRESENTACIÓN	: Sacos, envase plástico y lata
FECHA DE RECEPCIÓN	: 11/08/04	FECHA DE ENSAYO	: Noviembre - 2004



AASHTO T - 182(1993)* COATING AND STRIPPING OF BITUMEN - AGGREGATE MIXTURE

Muestras	Revestimiento (%)	Desprendimiento (% retenido)
Cantera "Cut Off" Piedra de 3/4 " Emulsión (sin identificación) - Proveedor: Bituper	100	+ 95
Cantera "Cut Off" Piedra de 3/4 " Emulsión (CSS - 1) - Proveedor: Emulsiones Especiales	100	+ 95
Cantera "Cut Off" Piedra de 3/4 " Emulsión (CSS - 1) - Proveedor: Emulsiones Asfálticas	100	+ 95
Cantera "Cut Off" Piedra de 3/4 " Emulsión asfáltica catiónica (CSS - 1h modificada con polímero) - Proveedor: Emulsiones Asfálticas	100	+ 95
Cantera "Cut Off" Piedra de 3/4 " Cemento Asfáltico Pen 120-150	100	+ 95

Observaciones:

- (*) Publicado en Standard Specifications for Transportation Materials and Sampling and Testing 1995. Ref. AASHTO T-182 (1993) Pag. 349.
- Muestras de agregados y emulsiones asfálticas proporcionados e identificados por el solicitante.
- Muestra de cemento asfáltico Pen 120-150 proporcionado por la O.A.T.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos, es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos ó como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07-01-98).



UMA (9/21)
 msp/jems.
 O.S. N°398



[Signature]
 ING. JEFE DE UNIDAD
 Lima, 16 de Marzo del 2005 **117**





OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005 - MTC/14.01

SOLICITANTE : Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA : Agregados, Emulsión Asfáltica
DOMICILIO LEGAL : Calle Elvira García y García N° 250 - Urb. Cueto Fernandini Los Olivos - Lima	IDENTIFICACIÓN : Cemento Asfáltico. : La que se indica
PROYECTO : Tesis "Criterios de Evaluación para Reciclados de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la Carretera San Mateo - La Oroya Tramo III".	CANTIDAD : 400 kg aprox., 05 gls. Y 01gl.
REFERENCIA : Solicitud S/N del 10 de Agosto del 2004	PRESENTACIÓN : Sacos, envase plástico y lata
FECHA DE RECEPCIÓN : 11/08/04	FECHA DE ENSAYO : Noviembre - 2004



MTC E 220 (2000) ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES BITUMINOSOS A LOS ÁRIDOS FINOS (PROCEDIMIENTO RIEDEL WEBER)*

Muestras	Adherencia Agregado Fino - Bitumen (Grado)
Cantera "Cut Off" - Arena de 1/4" Emulsión (sin identificación) - Proveedor: Bituper	0 - 10
Cantera "Cut Off" - Arena de 1/4" Emulsión (CSS - 1) - Proveedor: Emulsiones Especiales	0 - 10
Cantera "Cut Off" - Arena de 1/4" Emulsión (CSS - 1) - Proveedor: Emulsiones Asfálticas	0 - 10
Cantera "Cut Off" - Arena de 1/4" Emulsión asfáltica catiónica (CSS - 1h modificada con polímero) - Proveedor: Emulsiones Asfálticas	6 - 10
Cantera "Cut Off" - Arena de 1/4" Cemento Asfáltico Pen 120-150	0 - 8

Observaciones:

- (*) Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM-2000), 2da Edición aprobado con R.D. N° 028-2001-MTC/15.17 del 16/01/2001.
- Muestras de agregados y emulsión asfáltica proporcionados e identificados por el solicitante.
- Muestra de cemento asfáltico Pen 120-150 proporcionado por la O.A.T.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos, es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos ó como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOP-CRT del 07-01-98).



[Signature]
ING. JEFE DE UNIDAD
 Lima, 16 de Marzo del 2005

UMA (10/21)
 msp/erd.
 O.S. N° 398





OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005 - MTC/14.01

SOLICITANTE	: Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA	: Cemento Asfáltico
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N° 250 - Urb. Cueto Fernandini Los Olivos - Lima	IDENTIFICACIÓN	: PEN 120-150*
PROYECTO	: Tesis "Criterios de Evaluación para Reciclados de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la Carretera San Mateo - La Oroya Tramo III".	CANTIDAD	: 1 galón.
REFERENCIA	: Solicitud S/N del 10 de Agosto del 2004	PRESENTACIÓN	: Envase de aluminio
FECHA DE RECEPCIÓN	: 11/08/04	FECHA DE ENSAYO	: Noviembre - 2004



ANÁLISIS DE CEMENTO ASFÁLTICO

ENSAYOS REALIZADOS A LA MUESTRA ORIGINAL	NORMA	RESULTADO
PENETRACIÓN, 25°C, 100g, 5 s, 0,1mm	ASTM D-5 / 97 **	148
DUCTILIDAD, 25 °C, 5 cm/min (cm)	ASTM D-113 / 99 **	+ 100
PUNTO DE INFLAMACIÓN COPA ABIERTA (°C)	ASTM D-92 / 98a **	264,0
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO (%)	ASTM D-2042 / 97 **	99,96
ENSAYOS REALIZADOS DESPUÉS DE PELÍCULA FINA; 163 °C, 5h		
PÉRDIDA (% masa)	ASTM D-1754 / 97 **	0,9
PENETRACIÓN DEL RESIDUO (% de la original)	ASTM D-5 / 97 **	53
DUCTILIDAD DEL RESIDUO, 25 °C, 5 cm/min (cm)	ASTM D-113 / 99 **	+ 100
ÍNDICE DE PENETRACIÓN (SUSCEPTIBILIDAD TÉRMICA)	REFERENCIA FRANCESA	-0,11
VISCOSIDAD CINEMÁTICA, 135 °C (cSt)	ASTM D-2170 / 95 **	237,4

Observaciones:

- (*) Muestra proporcionada por la O.A.T.
- (**) Publicado en Annual Book of ASTM Standards 2001.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos, es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos ó como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07-01-98).



[Signature]

ING. JEFE DE UNIDAD
 Lima, 16 de Marzo del 2005

UMA (11/21)
 msp/jms.
 O.S. N°398





OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
SUB DIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005 - MTC/14.01

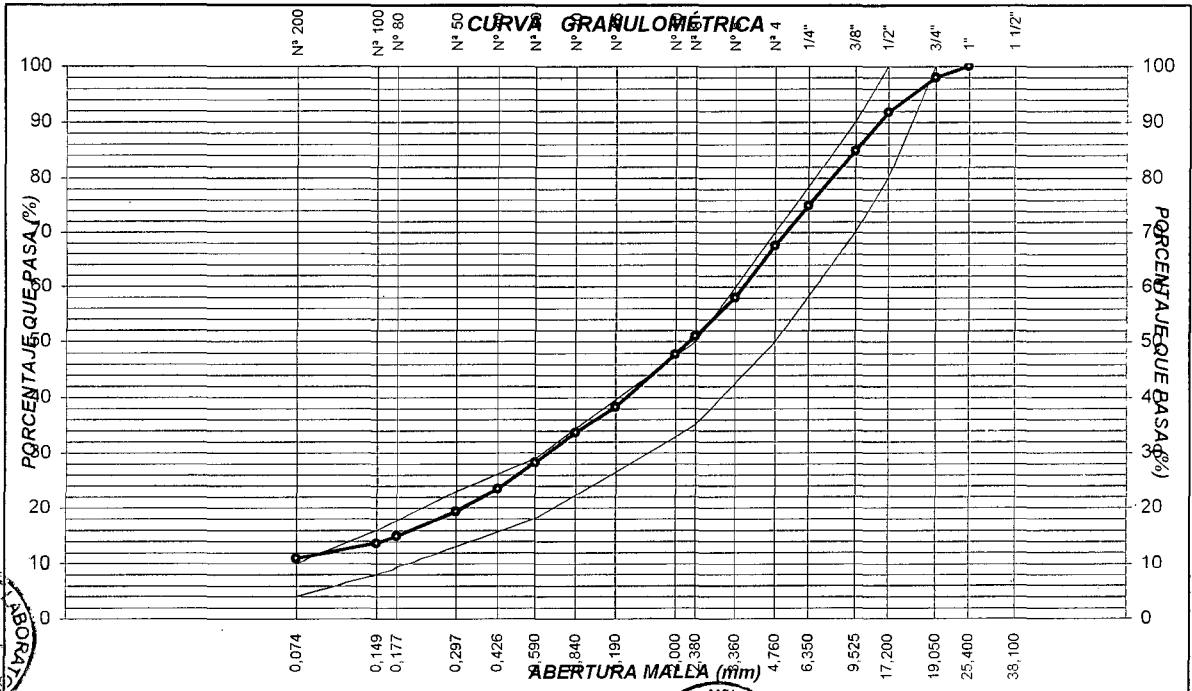
SOLICITANTE : Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro MUESTRA : Mezcla Asfáltica
 DOMICILIO LEGAL : Calle Elvira García y García N°250 - Fresada
 Urb Cueto Fernandini - Los Olivos - Lima IDENTIFICACIÓN : 02 kg. Aprox.
 PROYECTO : Tesis "Criterios de Evaluación Para Reciclados de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la carretera San Mateo - La Oroya. Tramo III". PRESENTACIÓN : 01 bolsa
 REFERENCIA : Solicitud S/N del 10 de Agosto del 04 FECHA DE ENSAYO : Enero - 2005
 FECHA DE RECEPCIÓN : 11.08.2004



LAVADO ASFÁLTICO (ASTM D-2172)

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA					
	ABERTURA (mm)	PESO RETIENE (%)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUM. (%)	PASA ACUM. (%)	GRADACIÓN IV-b
1 1/2"	38.100					
1"	25.400			100,0		
3/4"	19.050	20,1	2,0	2,0	98,0	100
1/2"	12.700	62,8	6,2	8,2	91,8	80 - 100
3/8"	9.525	70,2	6,9	15,1	84,9	70 - 90
1/4"	6.350	102,1	10,0	25,1	74,9	
N° 4	4.760	75,1	7,4	32,5	67,5	50 - 70
N° 6	3.360	97,4	9,5	42,0	58,0	
N° 8	2.380	71,6	7,0	49,0	51,0	35 - 50
N° 10	2.000	34,0	3,3	52,3	47,7	
N°16	1.190	97,0	9,5	61,8	38,2	
N° 20	0.840	47,1	4,6	66,4	33,6	
N° 30	0.590	54,8	5,4	71,8	28,2	18 - 29
N° 40	0.426	49,3	4,8	76,6	23,4	
N° 50	0.297	40,5	4,0	80,6	19,4	13 - 23
N° 80	0.177	45,7	4,5	85,1	14,9	
N° 100	0.149	12,9	1,3	86,4	13,6	8 - 16
N° 200	0.074	27,5	2,7	89,1	10,9	4 - 10
- N° 200		110,8	10,9	100,0	0,0	

RESUMEN DE ENSAYO	
- PESO DE LA MUESTRA TOTAL (g)	= 1080,1
- PESO DE LA MUESTRA LAVADA (g)	= 1020,2
- PESO DEL ASFALTO EXTRAÍDO (g)	= 59,9
- CONTENIDO DE BITUMEN (%)	= 5,5
- PESO TOTAL DEL MATERIAL TAMIZADO (g)	= 1020,2
- PESO DEL MAT. TAMIZADO LAVADO (g)	= 909,4
- AGREGADO GRUESO (%)	= 32,5
- AGREGADO FINO (%)	= 67,5
OBSERVACIONES:	
- Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO	



UMA (12/21)
 msp/cpq
 O.S. N°398



ING. JEFE DE UNIDAD
 Lima, 28 de Marzo del 2005





OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
SUB DIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005 - MTC/14.01

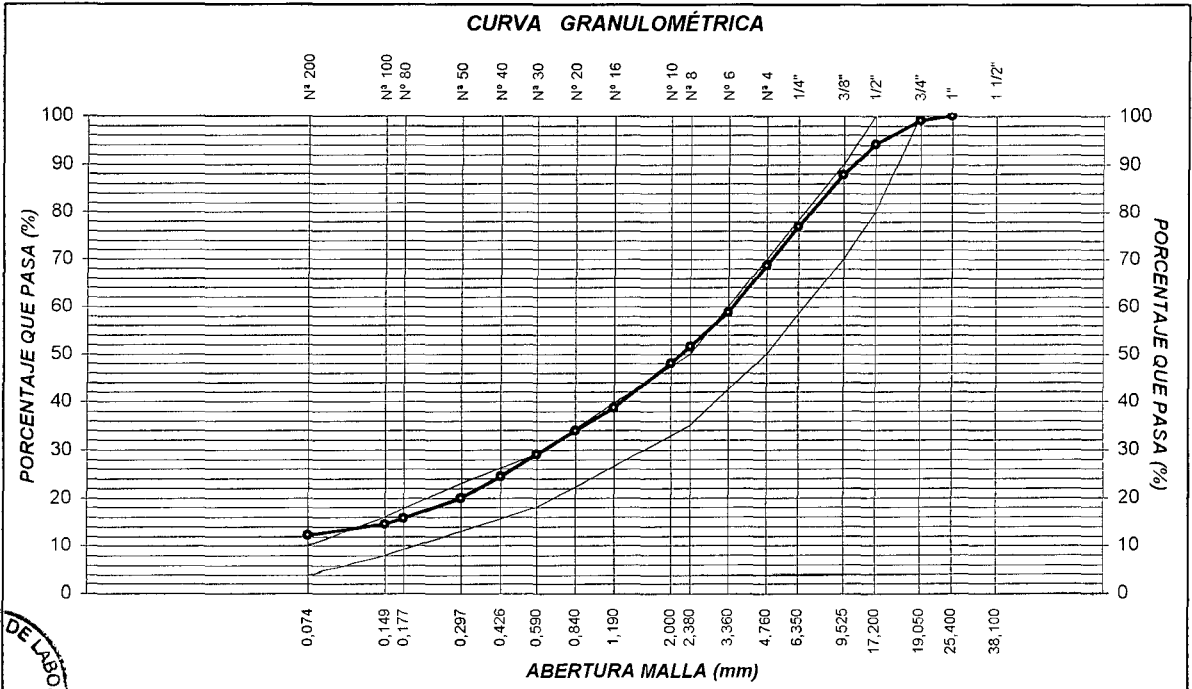
SOLICITANTE	: Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA	: Mezcla Asfáltica
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N°250 - Urb Cueto Fernandini - Los Olivos - Lima	IDENTIFICACIÓN	: 02 kg. Aprox.
PROYECTO	: Tesis "Criterios de Evaluación Para Reciclados de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la carretera San Mateo - La Oroya. Tramo III".	PRESENTACIÓN	: 01 bolsa
REFERENCIA	: Solicitud S/N del 10 de Agosto del 04	FECHA DE ENSAYO	: Enero - 2005
FECHA DE RECEPCIÓN	: 11.08.2004		



LAVADO ASFÁLTICO (ASTM D-2172)

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA					
	ABERTURA (mm)	PESO RETIENE (%)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUM. (%)	PASA ACUM. (%)	GRADACIÓN IV-b
1 1/2"	38.100					
1"	25.400				100,0	
3/4"	19.050	8,7	0,9	0,9	99,1	100
1/2"	12.700	49,9	4,9	5,8	94,2	80 - 100
3/8"	9.525	64,7	6,4	12,2	87,8	70 - 90
1/4"	6.350	110,4	10,9	23,1	76,9	
N° 4	4.760	83,6	8,3	31,4	68,6	50 - 70
N° 6	3.360	100,0	9,9	41,3	58,7	
N° 8	2.380	72,2	7,2	48,5	51,5	35 - 50
N° 10	2.000	34,5	3,4	51,9	48,1	
N° 16	1.190	95,0	9,4	61,3	38,7	
N° 20	0.840	48,9	4,8	66,1	33,9	
N° 30	0.590	49,7	4,9	71,0	29,0	18 - 29
N° 40	0.426	46,9	4,6	75,6	24,4	
N° 50	0.297	44,4	4,4	80,0	20,0	13 - 23
N° 80	0.177	42,6	4,2	84,2	15,8	
N° 100	0.149	12,9	1,3	85,5	14,5	8 - 16
N° 200	0.074	22,8	2,3	87,8	12,2	4 - 10
- N° 200		122,7	12,2	100,0	0,0	

RESUMEN DE ENSAYO	
- PESO DE LA MUESTRA TOTAL (g)	= 1070.0
- PESO DE LA MUESTRA LAVADA (g)	= 1009.5
- PESO DEL ASFALTO EXTRAIDO (g)	= 60.5
- CONTENIDO DE BITUMEN (%)	= 5,7
- PESO TOTAL DEL MATERIAL TAMIZADO (g)	= 1009.5
- PESO DEL MAT. TAMIZADO LAVADO (g)	= 886.8
- AGREGADO GRUESO (%)	= 31,4
- AGREGADO FINO (%)	= 68,6
OBSERVACIONES:	
- Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO	



DEPARTAMENTO DE LABORATORIO
 ING. I. SANCHO
 Jefe de Unidad
 O.S. N°398

121
 ING. I. SANCHO
 Jefe de Unidad
 Lima, 28 de Marzo del 2005



OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
SUB DIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005 - MTC/14.01

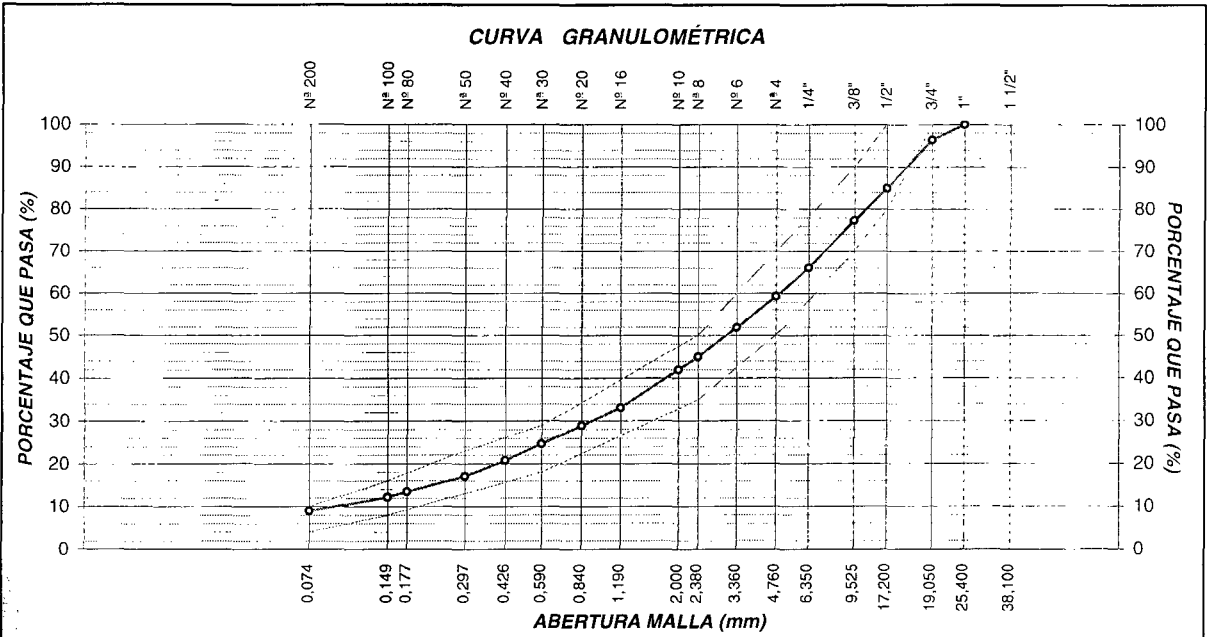
SOLICITANTE	: Bach.Ing° Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA	: Mezcla Asfáltica
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N°250 - Urb Cueto Fernandini - Los Olivos - Lima	IDENTIFICACIÓN	: Fresada 02 kg. Aprox.
PROYECTO	: Tesis "Criterios de Evaluación Para Reciclado de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la carretera San Mateo - La Oroya. Tramo III"	PRESENTACIÓN	: 01 bolsa
REFERENCIA	: Solicitud S/N del 10 de Agosto del 04	FECHA DE ENSAYO	: Enero - 2005
FECHA DE RECEPCIÓN	: 11.08.2004		



LAVADO ASFÁLTICO (ASTM D-2172)

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA					GRADACIÓN IV-b
	ABERTURA (mm)	PESO RETIENE (%)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUM. (%)	PASA ACUM. (%)	
1 1/2"	38,100					
1"	25,400				100,0	
3/4"	19,050	35,3	3,6	3,6	96,4	100
1/2"	12,700	111,7	11,4	15,0	85,0	80 - 100
3/8"	9,525	75,5	7,7	22,7	77,3	70 - 90
1/4"	6,350	111,0	11,3	34,0	66,0	
N° 4	4,760	66,5	6,8	40,8	59,2	50 - 70
N° 6	3,360	72,7	7,4	48,2	51,8	
N° 8	2,380	66,3	6,8	55,0	45,0	35 - 50
N° 10	2,000	30,1	3,1	58,1	41,9	
N° 16	1,190	86,3	8,8	66,9	33,1	
N° 20	0,840	40,8	4,2	71,1	28,9	
N° 30	0,590	41,8	4,3	75,4	24,6	18 - 29
N° 40	0,426	38,5	3,9	79,3	20,7	
N° 50	0,297	36,6	3,7	83,0	17,0	13 - 23
N° 80	0,177	34,9	3,6	86,6	13,4	
N° 100	0,149	12,3	1,3	87,9	12,1	8 - 16
N° 200	0,074	31,3	3,2	91,1	8,9	4 - 10
- N° 200		87,0	8,9	100,0	0,0	

RESUMEN DE ENSAYO	
- PESO DE LA MUESTRA TOTAL (g)	= 1039,5
- PESO DE LA MUESTRA LAVADA (g)	= 980,4
- PESO DEL ASFALTO EXTRAIDO (g)	= 59,1
- CONTENIDO DE BITUMEN (%)	= 5,7
- PESO TOTAL DEL MATERIAL TAMIZADO (g)	= 980,4
- PESO DEL MAT. TAMIZADO LAVADO (g)	= 893,4
- AGREGADO GRUESO (%)	= 40,8
- AGREGADO FINO (%)	= 59,2
OBSERVACIONES:	
- Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO	



UMA (14/21)
 msp/cpq
 O.S. N°398



[Signature]
 ING. JEFE DE UNIDAD
 Lima, 28 de Marzo del 2005



OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
SUB DIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005 - MTC/14.01

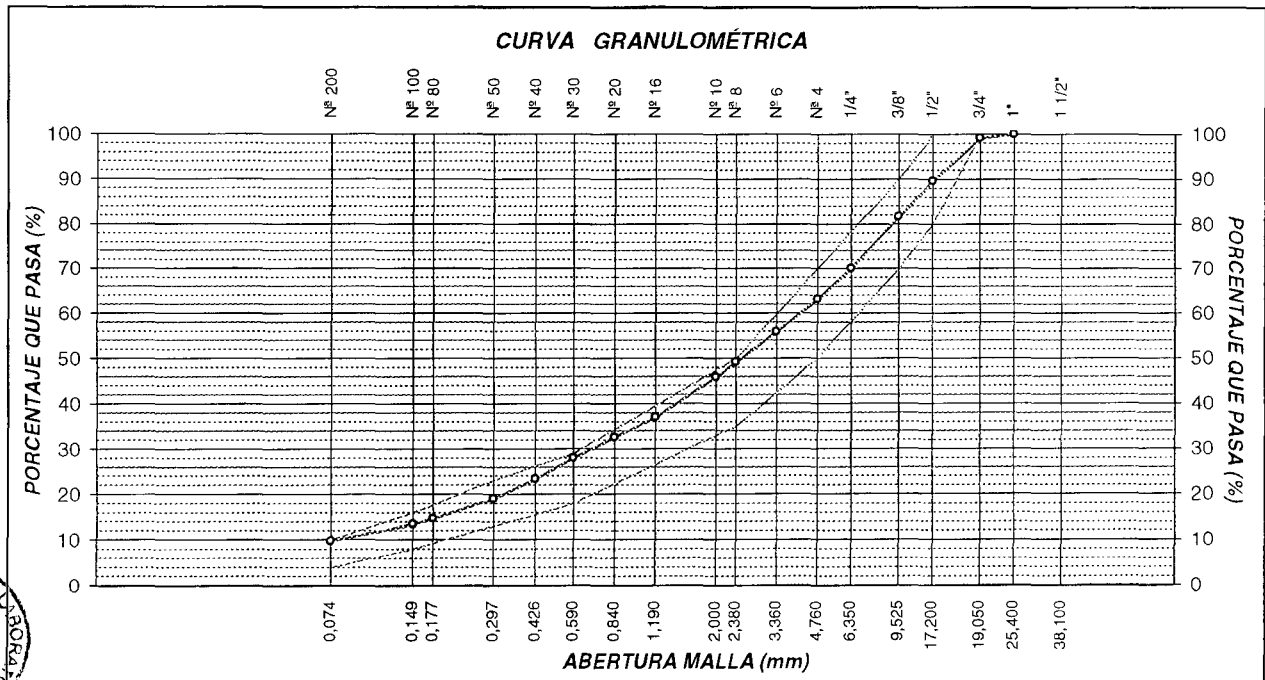
SOLICITANTE	: Bach.Ing ^o Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA	: Mezcla Asfáltica
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N°250 - Urb Cueto Fernandini - Los Olivos - Lima	IDENTIFICACIÓN	: 02 kg. Aprox.
PROYECTO	: Tesis "Criterios de Evaluación Para Reciclado de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la carretera San Mateo - La Oroya. Tramo III"	PRESENTACIÓN	: 01 bolsa
REFERENCIA	: Solicitud S/N del 10 de Agosto del 04	FECHA DE ENSAYO	: Enero - 2005
FECHA DE RECEPCIÓN	: 11.08.2004		



LAVADO ASFÁLTICO (ASTM D-2172)

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA					GRADACIÓN IV-b
	ABERTURA (mm)	PESO RETIENE (%)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUM. (%)	PASA ACUM. (%)	
1 1/2"	38,100					
1"	25,400				100,0	
3/4"	19,050	8,3	0,9	0,9	99,1	100
1/2"	12,700	94,0	9,6	10,5	89,5	80 - 100
3/8"	9,525	76,5	7,9	18,4	81,6	70 - 90
1/4"	6,350	113,3	11,6	30,0	70,0	
N° 4	4,760	65,9	6,8	36,8	63,2	50 - 70
N° 6	3,360	71,6	7,3	44,1	55,9	
N° 8	2,380	65,8	6,8	50,9	49,1	35 - 50
N° 10	2,000	31,1	3,2	54,1	45,9	
N° 16	1,190	87,6	9,0	63,1	36,9	
N° 20	0,840	42,7	4,4	67,5	32,5	
N° 30	0,590	44,7	4,6	72,1	27,9	18 - 29
N° 40	0,426	43,6	4,5	76,6	23,4	
N° 50	0,297	41,7	4,3	80,9	19,1	13 - 23
N° 80	0,177	42,1	4,3	85,2	14,8	
N° 100	0,149	14,1	1,4	86,6	13,4	8 - 16
N° 200	0,074	35,6	3,7	90,3	9,7	4 - 10
- N° 200		94,1	9,7	100,0	0,0	

RESUMEN DE ENSAYO	
- PESO DE LA MUESTRA TOTAL (g)	= 1031,4
- PESO DE LA MUESTRA LAVADA (g)	= 974,4
- PESO DEL ASFALTO EXTRAÍDO (g)	= 57,0
- CONTENIDO DE BITUMEN (%)	= 5,5
- PESO TOTAL DEL MATERIAL TAMIZADO (g)	= 974,4
- PESO DEL MAT. TAMIZADO LAVADO (g)	= 880,3
- AGREGADO GRUESO (%)	= 36,8
- AGREGADO FINO (%)	= 63,2
OBSERVACIONES :	
- Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO	



UMA (15/21)
 msp/cpq
 O.S. N°398



Ing. Jefe de Unidad
 Lima, 28 de Marzo del 2005





**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
 SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005 - MTC/14.01

SOLICITANTE	: Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA	: Mezcla Asfáltica
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N° 250 - Urb. Cueto Fernandini Los Olivos - Lima	IDENTIFICACION	: Sin identificación
PROYECTO	: Tesis "Criterios de Evaluación para Reciclados de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la Carretera San Mateo - La Oroya Tramo III".	PRESENTACIÓN	: sacos
REFERENCIA	: Solicitud S/N del 10 de Agosto del 2004	FECHA DE ENSAYO	: Enero - 2005
FECHA DE RECEPCIÓN	: 11/08/04		



ASTM D 1856-95a* STANDARD TEST METHOD FOR RECOVERY OF ASPHALT FROM SOLUTION BY ABSON METHOD

ENSAYOS REALIZADOS A LA MUESTRA RECUPERADA	NORMA	RESULTADO
PENETRACIÓN, 25°C, 100g., 5 s, 01 mm	ASTM D-5 / 97 *	70
DUCTILIDAD, 25 °C, 5 cm/min (cm)	ASTM D-113 / 99 *	+ 100
PUNTO DE ABLANDAMIENTO (°C)	ASTM D-92 / 98a *	51,4
SOLUBILIDAD EN TRICLOROETILENO (%)	ASTM D-2042 / 97 *	99,61
VISCOSIDAD CINEMATICA a 135°C (cSt)	ASTM D-2170 / 95 *	523,9
PESO ESPECÍFICO 25 °C (gr/cm ³)	ASTM D-70 / 97 *	1.041
OLIENSIS con Solvente NAFTA	AASHTO T-102 / 83*	POSITIVO

Observaciones:

- (*) Publicado en Annual Book of ASTM Standards 2001.
- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.

La interpretación ajena de los resultados de ensayos, es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas. Este Documento no debe ser utilizado como un certificado de conformidad con Normas de Producto ó como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07-01-98).



 ING. JEFE DE UNIDAD
 Lima, 28 de Marzo del 2005

UMA (16/21)
 msp/lca
 O.S. N°398



OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005 - MTC/14.01

SOLICITANTE	: Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA	: Mezcla Asfáltica
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N°250 - Urb. Cueto Fernandini - Los Olivos - Lima	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica
PROYECTO	: Tesis "Criterios de Evaluación Para Reciclados de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la carretera San Mateo - La Oroya. Tramo III"	CANTIDAD	: 50 Kg
REFERENCIA	: Solicitud S/N de 10 Agosto del 2004	PRESENTACIÓN	: sacos
FECHA DE RECEPCIÓN	: 11.08.2004	FECHA DE ENSAYO	: Enero - 2005



ASTM D 1559-89* STANDARD TEST METHOD FOR RESISTANCE TO PLASTIC FLOW OF BITUMINOUS MIXTURES USING MARSHALL APPARATUS

Características de la Mezcla :

- N° de golpes por cara	:	50	
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % **	:	5,6	
- Peso Específico bulk, g/cm ³	:	2,335	
- Vacíos, %	:	4,2	
- Vacíos Llenos con Cemento Asfáltico, %	:	74,1	
- V.M.A., %	:	16,4	
- Estabilidad, lb (Kg)	:	2,977,0	(1352,0)
- Flujo (10 ⁻² pulg), mm	:	14,0	(3,6)
- Absorción de Asfalto, %	:	0,4	
- Relación Estabilidad / Flujo, lb/pulg (Kg/cm)	:	21,264,0	(3802,0)
- Temperatura de la Mezcla, °C	:	140,0	

Proporciones de mezcla reciclada :

(100% Material Fresado)

(Datos obtenidos del Lavado Asfáltico)

(1) Piedra chancada de 3/4", % ***	:	35,4
(3) Arena chancada, % ***	:	64,6

Materiales :

- Agregados: : Procedentes del Material Fresado de la Carretera San Mateo - La Oroya (Tramo III)

Nota :

- (**) Porcentaje en peso de la mezcla total.
- (***) Porcentaje en peso de los agregados.

Observaciones :

- (*) Publicado en el Annual Book of ASTM Standards 2001
- Este documento no debe ser utilizado como una Certificación de conformidad con normas de productos ó como certificado del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98)

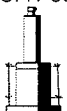


[Signature]
ING. J. SANCHO
 Jefe de Unidad

125

28 de Marzo del 2005

UMA (17/21)
 msp/lca.
 O.S. N°398





OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N° 130-2005-MTC/14.01

SOLICITANTE	: Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA	: Agregados, PEN-120-150,
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N°250 - Urb. Cueto Fernandini - Los Olivos - Lima	IDENTIFICACIÓN	: mezcla asfáltica y cal : La que se indica
PROYECTO	: Tesis "Criterios de Evaluación Para Reciclados de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la carretera San Mateo - La Oroya. Tramo III".	CANTIDAD	: 25 kg, 02 gal y 0.5 kg
REFERENCIA	: Solicitud S/N de 10 AGO 04	PRESENTACIÓN	: 02sacos, 01 galón, 01 bolsa plástica
FECHA DE RECEPCIÓN	: 11.08.2004	FECHA DE ENSAYO	: Enero - 2005



ASTM D 1559-89* STANDARD TEST METHOD FOR RESISTANCE TO PLASTIC FLOW OF BITUMINOUS MIXTURES USING MARSHALL APPARATUS

Características de la Mezcla :

- N° de golpes por cara	:		75		
- Contenido Óptimo de Cemento Asfáltico, % *	:	5,8	6,0		6,2
- Peso Especifico bulk, g/cm ³	:	2,374	2,380		2,385
- Vacios, %	:	2,9	2,4		2,0
- Vacios llenos con Cemento Asfáltico, %	:	81,0	84,1		86,9
- V.M.A., %	:	15,4	15,4		15,5
- Estabilidad, lb (Kg)	:	2,418,0 (1098,0)	2,410,0 (1094,0)		2,306,0 (1047,0)
- Flujo (10 ⁻² pulg), mm	:	15,0 (3,8)	15,4 (3,9)		15,9 (4,0)
- Absorción de Asfalto, %	:		0,6		
- Relación Estabilidad / Flujo, lb/pulg (Kg/cm)	:	16,120,0 (2882,0)	15,649,0 (2797,0)		14,503,0 (2592,0)
- Estabilidad Retenida, %	:		--		
- Índice de Compactabilidad	:		--		
- Temperatura de la Mezcla, °C	:		140,0		

Proporciones de mezcla :

(50% de material de Aporte y 50% de material fresado)

(1) Piedra chancada de 3/4", % **	:	10,0
(2) Piedra chancada de 3/8", % **	:	20,0
(3) Arena chancada, % **	:	18,0
(4) Material Fresado, %	:	50,0
(5) Filler mineral, % **	:	2,0
(6) Aditivo mejorador de adherencia, % ***	:	0,5

Materiales :

- Tipo de Asfalto : 120-150
- Procedencia : Refinería Conchán
- Agregados : Cantera Cut Off (Agregado Grueso tamaño max 3/4", 3/8" y arena chancada)
- Filler Mineral : Cal hidratada
- Tipo de Aditivo : AR-RED Radicote

Nota :

- (*) Porcentaje en peso de la mezcla total.
- (**) Porcentaje en peso de los agregados.
- (***) Porcentaje en peso del Asfalto.

Observaciones :

- (*) Publicado en el Annual Book of ASTM Standards 2001
- Muestras de agregados y Cal Hidratada proporcionados e identificados por el solicitante.
- Muestra de Cemento Asfáltico Pen 120-150 proporcionado por la O.A.T.
- Este documento no debe ser utilizado como una Certificación de conformidad con normas de productos ó como certificado del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98)



UMA (18/21)
msp/lca.
O.S. N°398

ING. JEFE DE UNIDAD
 Lima, 28 de Marzo del 2005



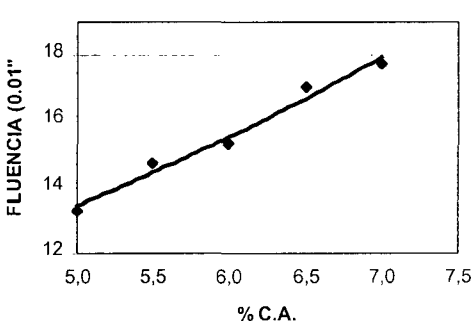
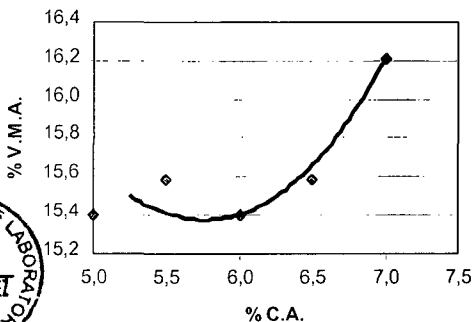
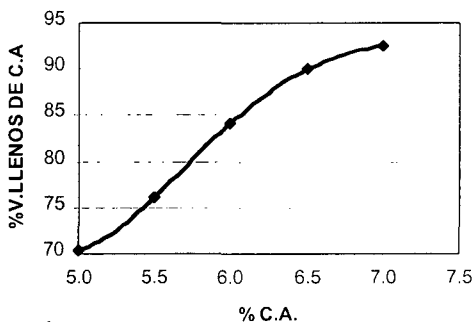
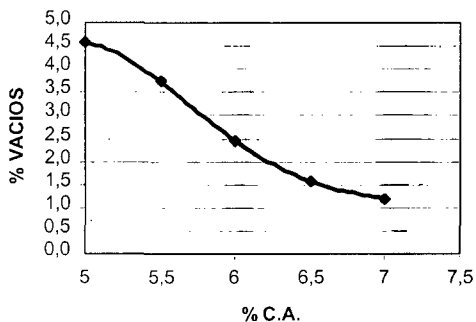
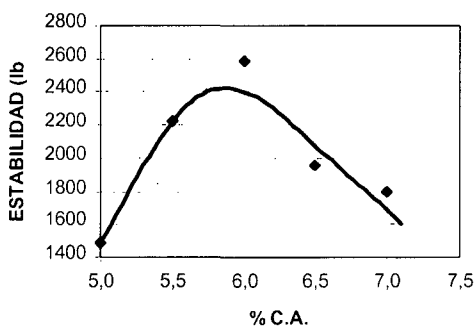
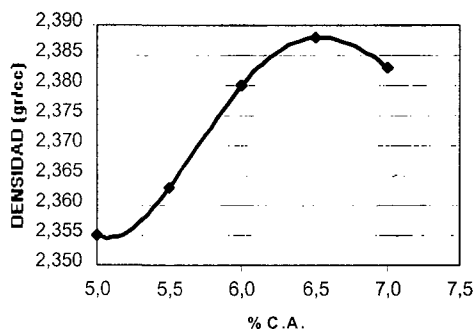
OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N° 130-2005-MTC/14.01

SOLICITANTE	: Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA	: Agregados, PEN-120-150,
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N°250 - Urb. Cueto Fernandini - Los Olivos - Lima	IDENTIFICACIÓN	: mezcla asfáltica y cal : La que se indica
PROYECTO	: Tesis "Criterios de Evaluación Para Reciclados de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la carretera San Mateo - La Oroya. Tramo III".	CANTIDAD	: 25 kg, 02 gl y 0.5 kg
REFERENCIA	: Solicitud S/N de 10 AGO 04	PRESENTACIÓN	: 02sacos, 01 galón, 01 bolsa plástica
FECHA DE RECEPCIÓN	: 11.08.2004	FECHA DE ENSAYO	: Enero - 2005



ASTM D 1559-89* STANDARD TEST METHOD FOR RESISTANCE TO PLASTIC FLOW OF BITUMINOUS MIXTURES USING MARSHALL APPARATUS



Observaciones: Proporción de la Mezcla (50% material de aporte y 50% material fresado)

UMA (19/21)
msp/lca
O.S. N°398



Ing. M. Sancho
Jefe de Unidad
Lima, 28 de Marzo del 2005



OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
SUB DIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005 - MTC/14.01

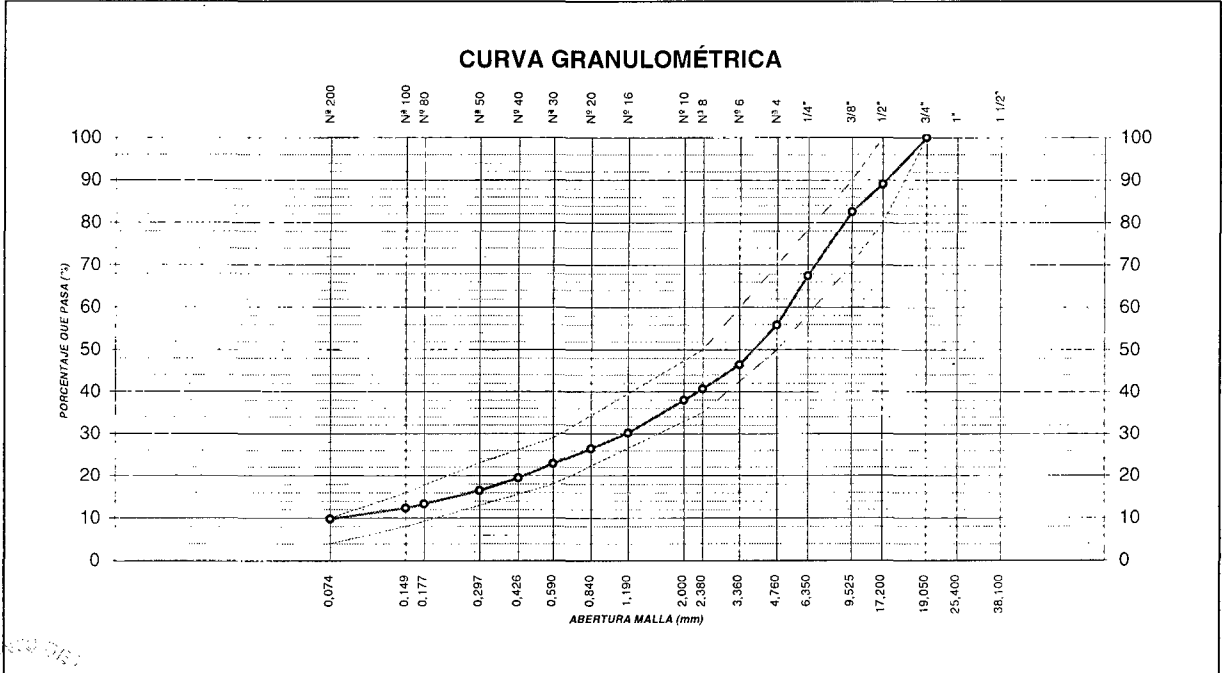
SOLICITANTE : Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA : Agregados, Rap, Cal
DOMICILIO LEGAL : Calle Elvira García y García N°250 - Urb Cueto F.	IDENTIFICACIÓN : La que se indica
PROYECTO : Tesis "Criterios de Evaluación para Reciclados de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la Carertera San Mateo - La Oroya Tramo III".	CANTIDAD : 70 kg, 4 kg c/u aprox.
REFERENCIA : Solicitud S/N de 10 AGO 04	PRESENTACIÓN : en costales
FECHA DE RECEPCIÓN : 11.08.2004	FECHA DE ENSAYO : 01.01.2005



MEZCLA DE AGREGADOS

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA RESULTANTE			GRADACIÓN IV-b
	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	
1 1/2"	38,100			
1"	25,400			
3/4"	19,050		100,0	100
1/2"	12,700	11,0	89,0	80 - 100
3/8"	9,525	6,5	82,5	70 - 90
1/4"	6,350	15,1	67,4	
N° 4	4,760	11,6	55,8	50 - 70
N° 6	3,360	9,4	46,4	
N° 8	2,380	5,8	40,6	35 - 50
N° 10	2,000	2,7	37,9	
N° 16	1,190	7,8	30,1	
N° 20	0,840	3,7	26,4	
N° 30	0,590	3,6	22,8	18 - 29
N° 40	0,426	3,4	19,4	
N° 50	0,297	3,0	16,4	13 - 23
N° 80	0,177	3,1	13,3	
N° 100	0,149	1,0	12,3	8 - 16
N° 200	0,074	2,5	9,8	4 - 10
- N° 200		9,8	-	

RESUMEN DE ENSAYO	
PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS	
(1) PIEDRA 3/4"	= 10%
(2) PIEDRA 3/8"	= 20%
(3) ARENA	= 18%
(4) MATERIAL FRESADO	= 50%
(5) FILLER	= 02%
PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	= 44%
- AGREGADO FINO	= 56%
OBSERVACIONES :	
- Especificaciones del INSTITUTO DEL ASFALTO	
- Material de aporte (procedente de la cantera "Cutt Off")	



JEFE DE UNIDAD
 Ing. M. SANCHEZ
 Lima, 28 de Marzo del 2005

UMA (20/21)
 msp/cpq
 O.S. N°398



**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
 SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

INFORME DE ENSAYO N° 130 - 2005 - MTC/14.01

SOLICITANTE	: Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA	: Mezcla Asfáltica Fresada
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N° 250 - Urb. Cueto Fernandini Los Olivos - Lima		: y Agregado
PROYECTO	: Tesis "Criterios de Evaluación para Reciclados de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la Carretera San Mateo - La Oroya Tramo III".	IDENTIFICACIÓN	: La que se indica
REFERENCIA	: Solicitud S/N del 10 de Agosto del 2004	CANTIDAD	: 01 kg
FECHA DE RECEPCIÓN	: 11/08/04	PRESENTACIÓN	: -,-
		FECHA DE ENSAYO	: Enero - 2005



ASTM D 3625-96* STANDARD PRACTICE FOR EFFECT OF WATER ON BITUMINOUS COATED AGGREGATE USING BOILING WATER

TIPO DE MEZCLA ASFÁLTICA :

Piedra Chancada 3/4"	=	10 % (Cantera "Cut - Off ")
Piedra Chancada 3/8"	=	20 % (Cantera "Cut - Off ")
Arena Chancada	=	18 % (Cantera "Cut - Off ")
Material Fresado	=	50 % (Procedente de la Carrt. San Mateo - La Oroya; Tramo III)
Cal Hidratada	=	2 % (Calera "San Roque")
Cemento Asfáltico	=	6%
Aditivo	=	0,5%

TIPO DE ASFALTO : PEN 120-150 (Refinería Conchán)
ADITIVO : AR RED RADICOTE (0.5% en peso de asfalto)

Cemento Asfáltico (%)	REVESTIMIENTO (%)	DESPRENDIMIENTO (% RETENIDO)
6,0	100	+ 95

Observaciones:

- (*) Publicado en Annual Book of ASTM Standards 2001.
 - Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
 - La interpretación ajena de los resultados de ensayos, es de exclusiva responsabilidad del usuario, salvo las recomendaciones adjuntas.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos ó como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



[Signature]
 ING. JEFE DE UNIDAD

129

Lima, 28 de Marzo del 2005

UMA (21/21)
 msp/lca
 O.S. N°398





Ministerio de Transportes y Comunicaciones
Dirección General de Caminos y Ferrocarriles
Oficina de Apoyo Tecnológico

Lima, **22 FEB 2005**

OFICIO N° 095 - 2005-MTC/14.01.-

Srta.:
Bach. Ing. NANCY MARIELA TAFUR GARRO
Presente.-

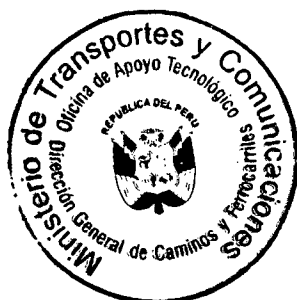
ASUNTO: Entrega de Resultados de Ensayos

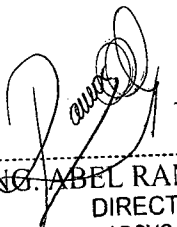
REF.: Solicitud S/N (30.11.2004)

De mi consideración:

En atención a su solicitud manifiesta en el documento de la referencia adjunto al presente el Memorandum N° 037-2005-MTC/14.01.SDMSEM.DL.usa.enf y el Informe de Ensayo N° 100-2005-MTC/14.01, con los resultados de ensayos de laboratorio efectuados en las Unidades de Suelos y Agregados, y Análisis Químico, como parte de los ensayos para la Tesis "Criterios de Evaluación para Reciclado de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la Carretera San Mateo- La Oroya. Tramo III".

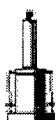
Atentamente,




ING. ABEL RAMOS CUYA
DIRECTOR
OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO

cc.
SDMSEM
Archivo OAT
ARC/MVIS/jsq/enf
O.S. 611

130



LABORATORIO OAT



Av. Túpac Amaru N° 1580 - Rímac, Telf: 401-0707 Fax: 401-0677





MEMORÁNDUM N° 0 3 7 – 2 0 0 5 - MTC/14.01.SDMSEM.DL.usa.enf.

AL : **ING. ABEL RAMOS CUYA**
Director de la Oficina de Apoyo Tecnológico

DEL : **ING. ESTHER NIETO FARINA**
Jefe de Unidad de Suelos y Agregados

ASUNTO : **Elevación de Resultados de Ensayos**
Proyecto : Tesis "Criterios de Evaluación para Reciclado de Mezclas
Asfálticas. Aplicación a la Carretera San Mateo – La Oroya.
Tramo III
Solicitante: Bach. Ing. Nancy Tafur Garro

REF. : Solicitud S/N del 30.11.2004

FECHA : Lima, 16 de Febrero del 2005

Se adjunta al presente el Informe de Ensayo N° 100 -2005-MTC/14.01 (02 folios) con los resultados de ensayos de laboratorio (solicitados expresamente con documento de referencia) efectuados en las Unidades de Suelos y Agregados, y Análisis Químico como parte de los ensayos de la tesis "Criterios de Evaluación para Reciclado de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la Carretera San Mateo- La Oroya. Tramo III"; los que cuentan con orden de servicio OAT N° 611 -2004-MTC/14.01.

Agradeceré hacer de conocimiento del interesado

Atentamente,


.....
ING. ESTHER NIETO FARINA
Subdirección de Mecánica de Suelos y E. M.
e^a Oficina de Apoyo Tecnológico

C.C.:
Subdirección Mca., de Suelos/
Dpto. de Laboratorio (O.S.611)
Archivo/
ENF/enf



**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
 SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

INFORME DE ENSAYO N° 1 0 0 - 2005 - MTC/14.01

SOLICITANTE	: Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRA	: Cal hidratada
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N° 250- Urb. Cueto Fernandini - Los Olivos	IDENTIFICACION	: Calera San Roque
PROYECTO	: Tesis "Criterios de Evaluación para Reciclado de Mezclas Asfálticas. Aplicación a la Carretera San Mateo- La Oroya Tramo III	CANTIDAD	: 4 kg aprox.
REFERENCIA	: Solicitud S/N del 30.11.2004	PRESENTACION	: Bolsa plástica
FECHA DE RECEPCION	: 30.11.2004	FECHA DE ENSAYO	: 18.01.2005

ENSAYOS	RESULTADOS
FINEZA AASHTO T-219 (87)	
% RET. MALLA N° 6	0,00
% RET. MALLA N° 10	0,10
% RET. MALLA N° 30	1,00
% RET. MALLA N° 200	6,60
% LÍMITE LÍQUIDO (MALLA 200) NTP 339.129(99)	46,0
% LÍMITE PLÁSTICO (MALLA N° 200) NTP 339.129(99)	N.P.
% INDICE PLÁSTICO (MALLA N° 200) NTP 339.129(99)	N.P.
GRAVEDAD ESPECÍFICA ASTM C-110(00) gr/cc	2,310

Observaciones :

- Muestra proporcionada e identificada por el solicitante.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos es de exclusiva responsabilidad del usuario
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



ING° JEFE DE UNIDAD
 Lima, 16 de Febrero del 2005

USA(1/1)
 enf/ ntg-psdlc
 O.S. N° 611





**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
 SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 DEPARTAMENTO DE LABORATORIO**

INFORME DE ENSAYO Nº 1 0 0 -2005-MTC/14.01

SOLICITANTE :	Bach. Ing. Nancy Mariela Tafur Garro	MUESTRAS :	Cal Hidratada
DOMICILIO LEGAL :	Calle Elvira Garcia y Garcia N° 250 - Urb. Cueto Fernandini - Los Olivos.	IDENTIFICACIÓN :	S/I
PROYECTO :	Tesis "Criterios de Evaluación para reciclado de Mezclas Asfálticas, Aplicación a la Carretera San Mateo - La Oroya, Tramo III.	CANTIDAD :	04 kg.
REFERENCIA :	Solicitud S/N del 30.11.04	PRESENTACIÓN :	Bolsa Plástica
FECHA DE RECEPCIÓN :	30.11.2004	FECHA ENSAYO :	27.12.2004

**ANALISIS QUIMICO PARA CAL TIPO I
 AASHTO T - 219 - 87**

1. Contenido de Cal activa Porcentaje en peso de $C_a(OH)_2$ más C_aO	90,1
2. Contenido de Cal no hidratada Porcentaje en peso de C_aO	6,5
3. Contenido de Agua Libre Porcentaje en peso de H_2O	0,0

Observaciones:

- Muestra procedente de la Calera San Roque
- Muestra proporcionada e identifica por los interesados
- La interpretación ajena de los resultados es de exclusiva responsabilidad del usuario.
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98).



[Signature]
JEFE DE UNIDAD

Lima, 06 de Enero del 2005



UAQ (1/1)
 ama
 O.S. N° 611

CAPÍTULO IV

EVALUACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

4.1 REQUERIMIENTOS PARA RECICLADO EN CALIENTE

4.1.1 Introducción

Se realizaron varios prediseños con distintas dosificaciones de RAP en el Laboratorio (20%, 25% y 70%)^[1], 50% y 100%. A través del "Ensayo para Evaluar el Efecto del Agua sobre Agregados con Recubrimiento Bituminoso usando Agua en Ebullición" ASTM D – 3625, se obtuvo mejor recubrimiento con los prediseños del 50% y 70% de RAP, en comparación con las otras dosificaciones propuestas (Resultados de Ensayos, Planilla N° 129, Anexo "A", Pág. N° 249).

Este capítulo, toma como alternativa propuesta el prediseño 2, lo cual se justifica con las conclusiones del presente capítulo; presenta el Diseño de Mezcla Asfáltica en Caliente correspondiente; así también, muestra la evaluación e interpretación de los resultados del prediseño 1.

Para esta investigación se han considerado las Especificaciones de la Rehabilitación de la Carretera San Mateo – La Oroya Tramo III, con la salvedad que para el diseño de la mezcla asfáltica se ha adoptado la curva granulométrica IV-B del Instituto del Asfalto, así también, las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG - 2000) MTC.

Estas Especificaciones han sido elaboradas considerando los factores climáticos y tráfico de la zona.

^[1] Bach. Ing. Norma Rocio Mejía Izquierdo, Bach. Ing. Ludwig Gustavo Atahualpa Huerta; Tesis de Grado: "Mezclas Bituminosas Recicladadas", Tramo San Mateo - La Oroya.

4.1.2. Materiales

a) Materiales Granulares de Aportación:

Procedentes de la cantera Cut-Off (Km 158+000 lado derecho), piedra y arena chancadas.

b) Material Fresado:

Material fresado (RAP), tomado del acopio ubicado al costado de la cantera Cut-Off.

c) Características de los Materiales:

- Agregado grueso, el agregado grueso de aportación fue separado en tres tamaños: Piedra Chancada de 1", Piedra chancada ¾", Piedra chancada 3/8".
- Arena Chancada de aportación, pasa la malla N°4; el material fino que pasa por el Tamiz N°200 es 15%.
- El material fresado (RAP) presenta tamaño máximo 1", con 0.8% de material fino que pasa por el Tamiz N°200.

d) Calera:

Cal hidratada procedente de la calera San Roque.

e) Ligante Bituminosos a Incorporar:

Cemento Asfáltico PEN 120/150 procedente de PETROPERU, Refinería Conchán.

f) Aditivo Mejorador de Adherencia:

Se usara para la carpeta asfáltica un aditivo mejorador de adherencia para finos, de base amina en la proporción de 0.5% del cemento asfáltico.

Aditivo mejorador de adherencia: Radicote, procedente de Emulsiones Asfálticas E.J.R. Ltda..

g) Pruebas de Calidad de los Materiales:

En el Capítulo III se han adjuntado los Resultados de Ensayos (certificados de calidad y diseño), del prediseño adoptado, elaborados por la tesista en el Laboratorio de la Oficina de Apoyo Tecnológico del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

4.1.3 Especificaciones Técnicas

a) Especificaciones Técnicas (San Mateo – La Oroya Tramo III):

- Materiales

Agregados Minerales Gruesos

Los agregados gruesos, deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

ENSAYOS	PRIMERA CAPA (CAPA BASE)	SEGUNDA CAPA (CAPA DE SUPERFICIE)
Abrasión (AASHTO T-96 ó ASTM C-131)	Máx. 50%	Máx. 40%
Partículas chatas y alargadas (ASTM D-4791)	Máx. 20%	Máx. 15%
Durabilidad al sulfato de sodio (AASHTO T-104 ó ASTM C-88)	Máx. 15%	Máx. 12%
Porcentaje de dos caras fracturadas en el material retenido en la mallas N°4 (ASTM D-5821)	Min. 75%	Min. 75%
Porcentaje de una cara fracturada	Min. 90%	Min. 90%
Sales solubles (ASTM D-1889)	Máx. 0.5%	Máx. 0.5%
Adherencia	Min. +95	Min. +95

Agregados Minerales Finos

Los agregados finos, deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

ENSAYOS	PRIMERA CAPA (CAPA BASE)	SEGUNDA CAPA (CAPA DE SUPERFICIE)
Durabilidad al sulfato de sodio (AASHTO T-104 ó ASTM C-88)	Máx. 12%	Máx. 10%
Equivalente de arena (AASHTO - 176)	Min. 40%	Min. 50%
Índice plástico del material que pasa la malla N°200 (ASTM D-4318)	Máx. 4%	Máx. 4%
Sales solubles (ASTM D-1889)	Máx. 0.5%	Máx. 0.5%
Adhesividad (Riedel Weber)	Min. grado "4"	Min. grado "4"

Relleno Mineral ("Filler")

El material cumplirá con los siguientes requerimientos mínimos de granulometría:

Malla	% pasa (peso seco)
N°30	100
N°50	95 - 100
N°200	80 - 100

En el caso de cal hidratada, se deberá cumplir con los requerimientos AASHTO M303, Norma AASHTO T-219

Cemento Asfáltico

La selección del cemento asfáltico será del grado de penetración que corresponda, de acuerdo a lo que se indica en el siguiente cuadro, que se utiliza como referencia.

Mezcla en Caliente

Tipo de Cemento Asfáltico clasificado según Penetración

Ejes Equivalentes	Temperatura Media Anual		
	24°C ó más	15 - 24°C	15°C ó menos
80 KN			
5x10 ⁶ ó más	40 - 50 ó 60 - 70	60 - 70	85 - 100 ó 120 - 150
0.5x10 ⁶ a 5x10 ⁶	40 - 50 ó 60 - 70	60 - 70 u 85 - 100	85 - 100 ó 120 - 150
menos de 0.5x10 ⁶	40 - 50 ó 60 - 70	60 - 70 u 85 - 100	85 - 100 ó 120 - 150

Cemento Asfáltico Clasificado por Penetración

CARACTERÍSTICAS	PEN 85-100		PEN 120-150	
	MIN	MAX	MIN	MAX
Penetración a 25°C , 100 gr. 5 seg. 0.1 mm (AASHTO-T49) (ASTM-D5)	85	100	120	150
Punto de Inflamación, COC. °C (AASHTO-T48) (ASTM-D92)	232	--	218	--
Ductibilidad a 25°C, 5 cm/min, cm (AASHTO-T51) (ASTM-D113)	100	--	100	--
Solubilidad en Tricloroetileno, % masa (AASHTO-T44) (ASTM-D2042)	99	--	99	--
Susceptibilidad Térmica (AASHTO-T240) (ASTM-D2872)				
Ensayo de Película Delgada en Horno, 3.2 mm 163°C, 5 hrs.				
Pérdida de masa %	--	1.0	--	1.5
Penetración del residuo, % de la Penetración original	47	--	42	--
Ductibilidad del residuo 25 °C, 5 cm/min, cm	75	--	100	--
Índice de Susceptibilidad Térmica	-1.0	+1.0	-1.0	+1.0

- Composición de la Mezcla de Agregados

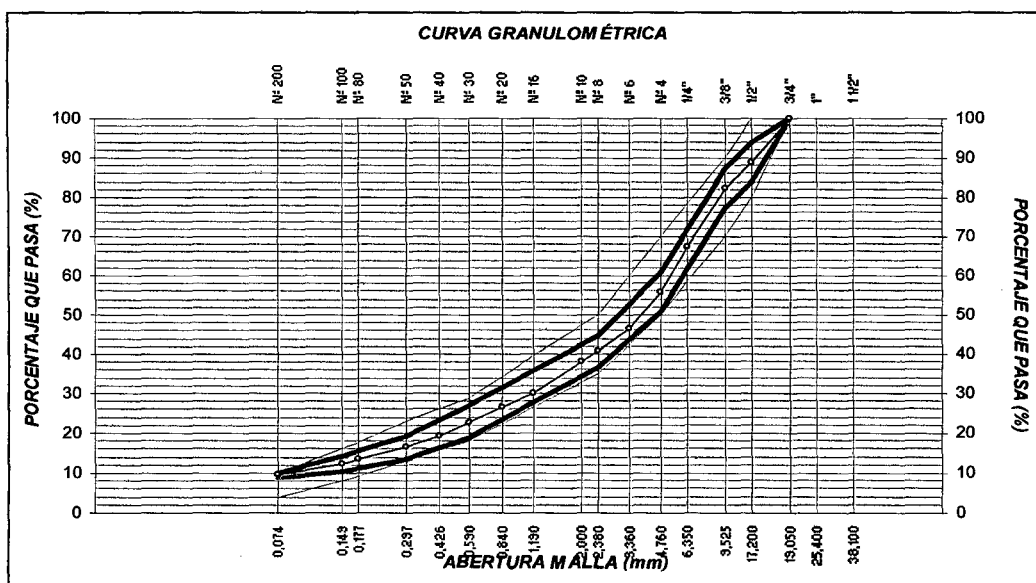
Tamiz	Capa Asfáltica			Tolerancia (%)
	ASTM D3515		IV-B ^[1]	
Tamaño Nominal				
Máximo	3/4"	1/2"	1/2"	
1 1/2"	--	--		+/- 5
1"	100	--		+/- 5
3/4"	90-100	100	100	+/- 5
1/2"	--	90-100	80-100	+/- 5
3/8"	56-60	--	70-90	+/- 5
Nº4	35-65	44 -74	50-70	+/- 5
Nº8	23-49	28-58	35-50	+/- 4
Nº30	--	--	18-29	+/- 4
Nº50	5-19	5-21	13-23	+/- 3
Nº100	--	--	8-16	+/- 2
Nº200	2-8	2-10	4 -10	+/- 1

La formula de la mezcla de Obra con las tolerancias admisibles, producirá el huso de trabajo (Tabla 4.1), debiéndose producir una mezcla de agregados que no escape he dicho huso. Para las mallas que no presentan tolerancia (Nº30, Nº100) se tomo la interpolación de las tolerancias de las mallas próximas.

^[1] Instituto del Asfalto.

Tabla 4.1: HUSO DE LA FORMULA DE TRABAJO
Fuente: CESEL Ingenieros; "Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya",
Volumen II, Especificaciones Técnicas

MALLAS SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)	RETIENE (%)	PASA (%)	GRADACIÓN IV-b	TOLERANCIA (%)	HUSO DE TRABAJO
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050		100.0	100	+ / - 5	100
1/2"	12.700	11.0	89.0	80 - 100	+ / - 5	84 - 94
3/8"	9.525	6.5	82.5	70 - 90	+ / - 5	77.5 - 87.5
1/4"	6.350	15.1	67.4			
N° 4	4.760	11.6	55.8	50 - 70	+ / - 5	50.8 - 60.8
N° 6	3.360	9.4	46.4			
N° 8	2.380	5.8	40.6	35 - 50	+ / - 4	36.6 - 44.6
N° 10	2.000	2.7	37.9			
N°16	1.190	7.8	30.1			
N° 20	0.840	3.7	26.4			
N° 30	0.590	3.6	22.8	18 - 29	+ / - 4	18.8 - 26.8
N° 40	0.426	3.4	19.4			
N° 50	0.297	3.0	16.4	13 - 23	+ / - 3	13.4 - 19.4
N° 80	0.177	3.1	13.3			
N° 100	0.149	1.0	12.3	8 - 16	+ / - 2	10.3 - 14.3
N° 200	0.074	2.5	9.8	4 - 10	+ / - 1	8.8 - 10
- N° 200		9.8	-			



- Características de la Mezcla Asfáltica en Caliente

PARÁMETROS DE DISEÑO MARSHALL	CAPA DE BASE	CAPA DE SUPERFICIE
Número de golpes en cada lado	75	75
Estabilidad (kg)	680 min.	750 min.
Flujo (mm)	2 - 4	2 - 4
Porcentaje Vacíos de aire	3 - 8	3 - 5
Vacíos en el agregado mineral	Ver Tabla	Ver Tabla
Índice de Rigidez	1200 - 2500	1700 - 3000
Contenido de Cemento Asfáltico	(**)	(**)

(**) El contenido de cemento asfáltico se determinara con los ensayos Marshall. En zonas con altitud mayor a 3500 m.s.n.m. se recomienda que el contenido de asfalto sea superior al 6%.

Vacíos Mínimos en el Agregado Mineral (VMA)

TAMIZ	VMA MARSHALL
2.36 mm (N°8)	21
4.75 mm (N°4)	18
9.5 mm (3/8")	16
12.5 mm (1/2")	15
19.0 mm (3/4")	14
25.0 mm (1")	13
37.5 mm (1 1/2")	12
50.0 mm (2")	11.5

Nota: Los valores de la tabla serán seleccionados de acuerdo al tamaño máximo de la mezcla.

- Aditivo Mejorador de Adherencia

Apariencia	De acuerdo a lo indicado por el fabricante
Propiedades físicas a 25°C	Pasta densa o líquido
Valor de aminas totales	Mínimo 360
Punto de inflamación	Mayor a 180°C

**b) Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras
(EG - 2000) MTC:**

- Materiales

Agregados Minerales Gruesos

Requerimientos para caras Fracturadas del Agregado Grueso

Tráfico en Ejes Equivalentes (millones)	Espesor de Capa	
	< 100 mm	> 100 mm
≤ 3	65/40	50/30
> 3 - 30	85/50	60/40
> 30	100/80	90/70

Nota: La notación "85/80" indica que el 85% del agregado grueso tiene una cara fracturada y que el 80% tiene dos caras fracturadas.

Relleno Mineral ("Filler")

Requerimientos para Fineza del Filler o Relleno Mineral

Malla	% Retenido (en peso)
Residuo máximo en la malla de 600 µm (N° 30)	3%
Residuo máximo en la malla de 75 µm (N° 200)	20%

4.1.4 Determinación del Óptimo Contenido de Asfalto

a) El óptimo contenido de asfalto en la mezcla se ha determinado de los ensayos de laboratorio, tomando como referencia tres de los parámetros mostrados en los gráficos que se adjunta (Resultados de Ensayos, Planilla N° 127).

● Máxima estabilidad	:	5.875
● Máximo Peso Unitario	:	6.500
● Medida entre límite superior e inferior de vacíos (4)	:	5.390
● Promedio numérico	:	5.920
● Óptimo contenido de asfalto	:	6.000

b) Características de la Mezcla Asfáltica con el Óptimo Determinado

● Óptimo contenido de asfalto (%)	:	6.000
● Estabilidad (kg)	:	1094
● Peso unitario (kg/m ³)	:	2380
● Vacíos de aire (%)	:	2.400
● Flujo 0.01"	:	15.40
● Estabilidad / flujo (kg/cm)	:	2797
● V.M.A (%)	:	15.40

4.1.5 Formula de Trabajo Propuesta

Se ha considerado teniendo en cuenta los ensayos realizados un porcentaje de cemento asfáltico de 6.0% en la mezcla.

Los agregados por peso seco serán los siguientes:

● Agregado grueso ¾" (Piedra ¾")	:	10%
● Agregado grueso 3/8" (Piedra 3/8")	:	20%
● Arena Chancada pasa N°4	:	18%
● Material fresado (RAP)	:	50%
● Cal hidratada (filler)	:	02%
● Mejorador de adherencia	:	0.5% en peso de C.A.

El diseño propuesto será probado en la planta de asfalto y reajustado si fuese necesario.

4.1.6 Conclusiones

- El presente diseño cumple con todos los parámetros específicos de Capa de Superficie, de las Especificaciones tomadas, a excepción del contenido de vacíos. El 2.4% de vacíos corresponde al óptimo de asfalto asumido del 6%, considerando los factores climáticos de la zona, para que la mezcla acepte mayor cantidad de cemento asfáltico, logrando con ello un mayor espesor de la película que cubre los agregados, lo cual asegura una mayor durabilidad del pavimento.
Esta afirmación se corrobora con párrafos transcritos de Ponencias del Congreso Nacional del Asfalto anexados a la presente investigación (Anexo "B").
- La pérdida de adhesión en la mezcla agregados bituminosos recubiertos no compactados, por acción de agua en ebullición, observada mediante el Ensayo para Evaluar el Efecto del Agua sobre Agregados con Recubrimiento Bituminoso usando Agua en Ebullición" ASTM D – 3625, del prediseño 2 es mínima, foto 3.44, se considera revestido; el prediseño 1, presenta revestimiento con partes ligeras de agregados mayores pardos, foto 3.43, se considera no revestido.
- Después de varios tanteos con diferentes proporciones de RAP y agregado virgen, se eligió el diseño del 50% RAP y 50% de agregado virgen (prediseño 2), por lo que, a menor uso de cantidad de RAP en la mezcla, mayor será la cantidad de asfalto nuevo a incorporar en la mezcla final; la rigidez del diseño de la mezcla se hace mucho mas grande conforme aumenta el porcentaje de RAP añadido; el prediseño adoptado, es el mas conveniente para mejorar las propiedades del asfalto resultante que es lo que se busca para la zona.
- El prediseño 1 cumple con los requisitos de granulometría del material pétreo y calidad para Base de Mezcla Asfáltica (bases negras) diseñadas mediante el método Marshall, con una energía de compactación de 50

golpes; según lo especifica el Instituto Mexicano del Transporte – Normativa para la Infraestructura del Transporte, Normativa: Secretaría de Comunicaciones y Transportes (Anexo “B”); este prediseño, puede ser usado en zonas o en caminos de tráfico liviano con la condición de mejorar la consistencia del asfalto recuperado.

- Los resultados del prediseño 1 presentan valores de estabilidad altos para el número de golpes adoptados (50 golpes), consecuencia del envejecimiento del asfalto; el asfalto recuperado del RAP presenta mayor consistencia respecto a la inicial (85/100).
- La curva granulométrica corregida cumple con la Especificación IV-B del Instituto del Asfalto, lo cual nos indica que no existe mucha variación de las proporciones de la mezcla resultante de la Capa de Rodadura fresada (material fresado).
- Se realizaron ensayos Riedel Weber, Norma MTC E 220 – 2000 del agregado de aportación. De los resultados obtenidos (desprendimiento total inferior a 4), se requiere el uso un aditivo mejorador de adherencia, la dosificación en peso del asfalto es 0.5%.
Esta afirmación se corrobora con los resultados obtenidos del Análisis Petrográfico de Agregados (Anexo “B”).
- Se opto por el uso de cal hidratada en la mezcla; con un porcentaje del 2% de cal se mejora la plasticidad y el equivalente de arena del agregado fino de aportación. De acuerdo a la experiencia obtenida en otros proyectos, la cal hidratada considerada en el prediseño realizado mejorara la adherencia entre el árido y el asfalto.
- El porcentaje de uno o mas caras de fractura de Piedra Chancada de $\frac{3}{4}$ ” y el porcentaje de residuo máximo en la malla N°30 del ensayo de Fineza de la Cal Hidratada están fuera de la Especificación, estos resultados se consideraran aprobados tomando como referencia la Especificación del

Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, acoplados a las Especificaciones tomadas.

4.2 REQUERIMIENTOS PARA RECICLADO EN FRÍO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

Según el Instituto del Asfalto (Asphalt Cold – Mix Recycling, Asphalt Institute MS – 21, Diseño de Mezcla, normativas dadas por el párrafo 2.06 , 2.07 y 2.09) para el reciclado de mezclas en Frío, la selección del tipo y grado de asfalto mas apropiado es muy importante en el resultado final del reciclado. Es necesario tener en cuenta experiencias previas con los diversos asfaltos disponibles, las condiciones ambientales de la zona y los equipos de construcción disponibles.

No se encontró una emulsión adecuada, preparada con asfaltos de baja consistencia, que es lo recomendado para la zona; **las emulsiones estudiadas, producidos comercialmente, por los tres proveedores en el país (Emulsiones Especiales SAC, Bituper SAC, Emulsiones ASFálticas), cumplen con la Especificación establecida, mas no es recomendable para ser utilizado como ligante de aportación en el diseño de la mezcla, se necesita fabricar una emulsión asfáltica con asfaltos de alta penetración.**

4.3 VALIDACIÓN DE HIPOTESIS: SUSTENTACIÓN

El RAP puede ser utilizado como alternativa para la Rehabilitación de Pavimentos Flexibles; siempre y cuando se realice una mayor inversión para la investigación mas detallada de las características físicas y químicas de este material, a fin de garantizar el buen funcionamiento de las capas asfálticas, y así poder utilizar este material en carreteras principales.

En nuestro país, los antecedentes de rehabilitación de un pavimento desarrollando el Reciclado de Pavimentos Asfálticos es inexistente.

Sin embargo, se han ido implementando algunas alternativas de solución basadas en esta tecnología de rehabilitación; las vías proyectadas y rehabilitadas bajo esta alternativa son:

Carretera Arequipa – Yura^[1]

Este articulo presenta los estudios básicos efectuados para la formulación de un Proyecto de rehabilitación de Pavimentos para la carretera Arequipa – Yura, desarrollando la solución no convencional de reciclado de Pavimentos.

Carretera Cuzco – Combapata^[2]

El trabajo consistió en reciclar la carpeta asfáltica y la base granular existentes mediante su recuperación en frío y adicionar material de sub base granular para conformar una nueva sub base granular del nuevo pavimento. Este proceso se ejecuto solo en las zonas rurales.

Este reciclado no es considerado como el mas eficiente ya que se puede utilizar el material de base y carpeta asfáltica para conformar una base asfáltica estabilizada y no solo para formar una sub base.

[1] Dirección General de Caminos – MTC; IV Congreso Nacional del Asfalto

[2] Ministerio de Transportes y comunicaciones, Rehabilitación de la carretera Cuzco – Combapata

Se pudo haber realizado un uso mas óptimo de este material a través de un estudio mas profundo del material recuperado y así conformar una nueva base asfáltica mejorada con características adecuadas para su colocación en la zona.

Hasta la fecha no se rehabilitado en forma completa ninguna vía en nuestro país siguiendo esta metodología, a pesar de ser una técnica vieja, es todavía desconocida por muchos ingenieros.

La aplicación de esta técnica en nuestro medio es factible; actualmente contamos con el equipo básico para ponerla en practica (Planta Recicladora marca ASTEC, Maquina Fresadora); el Ministerio de Transportes y Comunicaciones como institución del Estado Peruano, su alta Dirección a través de la Dirección General de Caminos debe programar la ejecución de una investigación mas detallada que conlleven no solo a la formulación de Proyectos de Rehabilitación de Pavimentos empleando la alternativa de Reciclado de Pavimentos, sino también a la aplicación de los mismos.

CAPÍTULO V

PROCESO CONSTRUCTIVO Y EQUIPO –ANÁLISIS DE COSTOS

CAPÍTULO V: PROCESO CONSTRUCTIVO Y EQUIPO - ANÁLISIS DE COSTOS.

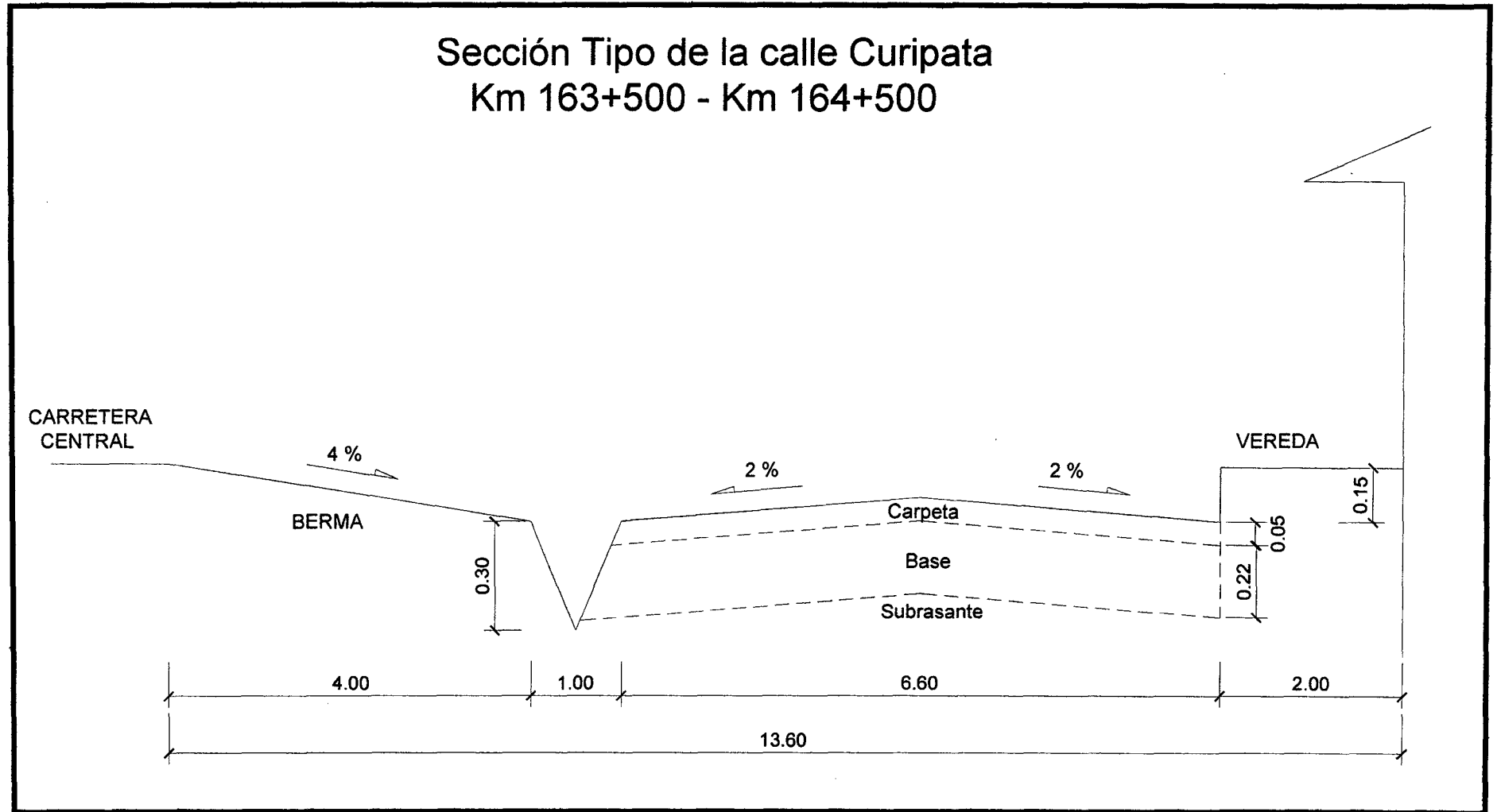
5.1 INTRODUCCIÓN

De acuerdo a lo expresado en el capítulo anterior, la alternativa propuesta: Prediseño 2, será utilizado como carpeta de rodadura para cubrir una base granular de la calle contigua a la Carretera Central, Km 163+500 al Km 164+500, zona urbana: Curipata, separado por una berma central de la carretera (Gráfico 5.1).

Para la ejecución de este proyecto se ha pensado en tomar en alquiler el equipo necesario para el proceso constructivo del pavimento y la planta de asfalto marca ASTEC, ubicados en la cantera Cut-Off, km 158+000; asimismo, para evitar mayores costos, se ha considerado la compra de los materiales procesados tanto de agregados para base como mezcla asfáltica.

Se aprovechara el RAP colocado y acomodado en acopios a un costado de la cantera Cut-Off.

Gráfico 5.1: Sección Tipo de la Calle Curipata



5.2 DISEÑO DEL PAVIMENTO

El diseño del pavimento se ha determinado en función de un tráfico estimado de 400000 ejes equivalentes de 18000 libras cada uno, para una vida útil de 10 años y un CBR de la subrasante de 18% estimado.

Aplicando el Método AASHTO 93 y para una confiabilidad de 85%, nos arroja un espesor total de pavimento de 27 cm, compuesto por 5 cm de carpeta asfáltica reciclada y 22 cm de base granular, como veremos a continuación:

$$Mr = 3000 \times CBR^{0.65}$$

Mr: Módulo Resiliente, para CBR de 7.2 a 20

$$SN_T = SN_{C.A} + SN_{Base} + SN_{Sub-base}$$

Donde:

SN_T: Número estructural total

SN_{C.A}: Número estructural de la carpeta asfáltica

SN_{Base}: Número estructural de la base

SN_{Sub-base}: Número estructural de la sub-base

$$SN_{C.A} = D_1 \cdot a_1; \quad SN_{Base} = D_2 \cdot m_2 \cdot a_2; \quad SN_{Sub-base} = D_3 \cdot m_3 \cdot a_3$$

Donde:

D₁: Espesor de la carpeta asfáltica en pulgadas.

a₁: Coeficiente estructural o de capa, de la carpeta asfáltica (1/pulgadas).

D₂: Espesor de la base en pulgadas.

m₂: Coeficiente de drenaje de la base.

a₂: Coeficiente estructural o de capa, de la base (1/pulgadas).

D₃: Espesor de la sub base en pulgadas.

m₃: Coeficiente de drenaje de la sub base.

a₃: Coeficiente estructural o de capa, de la sub base (1/pulgadas).

Aplicando las formulas de correlación:

$Mr = 3000 \times 18^{0.65} = 20 \text{ ksi}$ (para $Mr > 15 \text{ ksi}$; no es necesario la capa sub-base).

Para un periodo de diseño de 10 años, ejes equivalentes asumido:

$EAL = 400000$

$Mr = 20 \text{ ksi}$; $EAL = 400000 \rightarrow SNT = 1.97$

Para: $D_1 = 2''$; $a_1 = 0.44 \rightarrow SN_{C.A} = 0.88 \rightarrow SN_{Base} = 1.09$

Para la capa base: $m_2 = 0.9$; $a_2 = 0.14 \rightarrow D_2 = 8.65'' \leftrightarrow 22 \text{ cm}$

5.3 PROCESO CONSTRUCTIVO Y EQUIPO

5.3.1 Movimiento de Tierras

a) Perfilado y Compactado en Subrasante:

- Descripción

Se define como el trabajo que se realizara en el área que soportara directa o indirectamente a la estructura del pavimento. Su ancho será el que muestra en los planos.

- Requerimientos

Treinta centímetros por debajo de la cota de subrasante todo material suelto será compactado a 95% de la máxima densidad seca.

Se dispondrá del siguiente equipo para su elaboración: Motoniveladora, Cisterna de agua, Rodillo vibratorio.

5.3.2 Sub Bases y Bases

a) Base Granular:

- Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, colocación y compactación de material de base granular aprobado, compuesto de finos y piedra fracturada principalmente por trituración (chancadora). Esta capa se construirá en una capa, sobre una superficie debidamente preparada, perfilada compactada y en conformidad con los alineamientos, rasantes y secciones transversales típicas, indicadas en los planos.

- Requerimientos

El material de la capa de base será colocado en una capa de 22 cm de espesor final compactado.

El material será colocado y esparcido en una capa uniforme y sin segregación de tamaño, con un espesor suelto tal, que la capa tenga, después de ser

compactada, el espesor requerido. Se efectuara el extendido con equipo mecánico apropiado, o desde vehículos en movimiento, equipados de manera que sea esparcido en hileras, si el equipo así lo requiere.

Después de que el material de base ha sido esparcido, será mezclado por medio de una cuchilla de motoniveladora en toda la profundidad de la capa, llevándolo alternadamente hacia el centro y hacia la orilla de la calzada. Una motoniveladora de cuchilla con un peso mínimo de 3 toneladas y que tenga una cuchilla de por lo menos 2.5 m. de longitud y una distancia entre ejes no menor de 4.5m. será usada para la mezcla. Se regara el material durante la mezcla cuando sea necesario o así lo ordene la Supervisión de obra. Cuando la mezcla este ya uniforme, será otra vez esparcida y perfilada hasta obtener la sección tipo que se muestra.

Inmediatamente después de terminada la distribución y emparejamiento del material, la capa de este deberá compactarse en su ancho total por medio de un rodillo liso vibratorio de 8 toneladas de peso mínimo.

Dicho rodillado deberá progresar gradualmente desde los costados hacia el centro, en sentido paralelo al eje del camino, y deberá continuar así hasta que toda la superficie haya recibido este tratamiento. Cualquier irregularidad o depresión que surja durante la compactación, deberá corregirse aflojando el material en estos sitios y agregando o quitando el mismo, hasta que la superficie resulte pareja y uniforme. En todos los sitios no accesibles al rodillo, el material de base deberá compactarse integralmente mediante el empleo de apisonadores mecánicos.

El material será tratado con niveladora y rodillo hasta que se haya obtenido una superficie lisa y pareja. La cantidad de cilindrado y apisonado se considerara la mínima necesaria, para obtener una compactación adecuada.

Durante el progreso de la operación, el Supervisor deberá efectuar ensayos de control de densidad– humedad de acuerdo con el método AASHTO T-238^[1] y T-239^[2], efectuando un ensayo por cada 75 m³ de material colocado en pista, y si el mismo comprueba que la densidad resulta inferior al 100% de la densidad máxima determinada en el Laboratorio en el ensayo método AASHTO T-180^[3], entonces, se deberá completar con el rodillado o apisonado adicional, en la cantidad que fuese necesario para obtener la densidad señalada.

5.3.3 Pavimentos

a) Imprimación Asfáltica:

- Descripción

Este trabajo consiste en suministrar y aplicar material asfáltico a la base, preparada con anterioridad, de acuerdo con las Especificaciones y de conformidad con los planos, o como indique el Supervisor.

Antes de realizar la imprimación, se deberá proceder a una nivelación longitudinal y transversal sobre la superficie de la base granular existente de modo de obtener una rasante adecuada y aprobada por la Supervisión.

- Requerimientos

La calidad o tipo de asfalto diluido a emplear es el MC-30, de acuerdo a los requisitos de calidad especificados por la ASTM D-2027 (AASHTO M-82) (tipo curado medio)

El equipo para la colocación de la capa de imprimación debe incluir:

Barredora giratoria, conformada de manera, que permita que las revoluciones de la escobilla mecánica ejecuten la operación de limpieza en forma aceptable, sin cortar, rayar o dañar de alguna manera la superficie.

[1] Densidad en el Sitio - Método Nuclear a Profundidad Reducida

[2] Contenido de Humedad del Suelo y Suelo - Agregado, en el Sitio - Método Nuclear a Profundidad Reducida

[3] Densidad / Humedad (Próctor Modificado)

Soplador mecánico con aire comprimido, compuesto de una compresora de arrastre, de manera que permita imprimir aire a presión sobre la superficie, a través de una manguera dotada de un pitón. La eliminación del material suelto deberá realizarse del centro de la calle hacia a fuera.

Equipo calentador, con una capacidad adecuada para calentar el material asfáltico en forma eficiente.

Distribuidores asfálticos a presión, constituidos por un camión o semi-remolque sobre el que se monta un tanque de almacenamiento aislado, un sistema de distribución, un sistema de barras esparcidoras y un sistema de calentamiento.

La totalidad del distribuidor debe ser de construcción tal, y operado de tal manera, que asegure la distribución del material asfáltico, con una precisión de 0.02 gln/m^2 , dentro de un rango de cantidades de distribución desde 0.16 a 0.32 gln/m^2 (0.24 gln/m^2) en la superficie.

La capa de imprimación debe ser aplicada solamente cuando la temperatura atmosférica a la sombra sea 10°C en ascenso y cuando las condiciones climáticas, en opinión del Supervisor, sean favorables, es decir, no este brumoso ni lluvioso.

Antes de la aplicación de la capa de imprimación, todo material suelto o extraño debe ser retirado por medio de una barredora mecánica y/o un soplador mecánico, según sea necesario.

El material asfáltico de imprimación debe ser aplicado sobre la base completamente limpia, mediante un distribuidor a presión descrito anteriormente. Dependiendo del mantenimiento de tránsito previsto, el ancho de aplicación podrá ser en toda la plataforma o solamente en la mitad.

La temperatura de aplicación del riego será aquella para la cual la viscosidad del asfalto se encuentre entre 60 y 100 SSF; el rango de variación aproximada de la temperatura resultas ser de 21°C - 62°C .

Cualquier área que no reciba el tratamiento, debe ser inmediatamente imprimada, usando una manguera del esparcidor conectada al distribuidor.

Inmediatamente después de la aplicación de la capa de imprimación, esta debe ser protegida por avisos y barricadas que impidan el tránsito durante el periodo de curado (48 horas aproximadamente).

El área imprimada debe airearse sin ser arenada, por un termino de 24 horas, a menos que lo ordene de otra manera el Supervisor. Si el clima es frío, o el material de imprimación no ha penetrado completamente en al superficie de la base, podrá ser necesario un periodo mas largo de tiempo.

El contratista deberá conservar la superficie imprimada hasta que la capa superficial sea colocada. La labor de conservación debe incluir, el extender cualquier cantidad adicional de arena u otro material aprobado, parchar todas las roturas de superficie imprimada con material asfáltico adicional.

Una penetración mínima de 7 mm en la base granular, es indicativo de una adecuada penetración.

b) Pavimento de Concreto Asfáltico Reciclado:

- Descripción

Este trabajo consistirá en la colocación de una capa de mezcla asfáltica fabricada en caliente, conformada en base al reciclado de carpeta asfáltica existente (RAP), de la Carretera Central, Tramo III. Adicionándole material de carpeta asfáltica convencional, para su complementación al nivel definido en las Especificaciones tomadas.

La mezcla elaborada, se colocara únicamente cuando la base a tratar se encuentre seca, y el tiempo no este nebuloso ni lluvioso, la base preparada debe estar en condiciones satisfactorias.

- Requerimientos

El proceso de dosificación y mezclado, de acuerdo a los requerimientos del diseño de mezcla, serán verificados durante el proceso de calibración de la producción en planta y será acorde con las condiciones del fabricante.

El tipo de planta de procesamiento a utilizar, para poder producir una mezcla de buena calidad y de acuerdo a las especificaciones del diseño de la mezcla, será la planta mezcladora de tambor Double Barrel, marca ASTEC (utilizada en la en rehabilitación de la Carretera Héroes de la Breña, Tramo III). Esta planta es una combinación de un secador de contraflujo y un mezclador continuo, normalmente denominado mezclador Drum Mix Coster II, como se muestra en la figura 5.1:

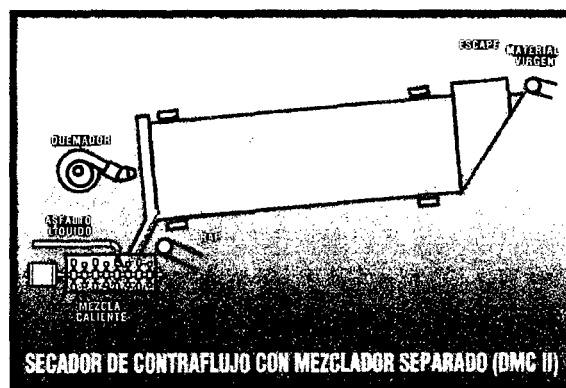


Figura 5.1: Drum Mix Coster II (DMC II)

Fuente: J. Don Brock, PHD., P.E.; Fresado y Reciclaje

El mezclador Double Barrel funciona como un mezclador Drum Mix Coster II con un mezclador grande ubicado debajo de la parte inferior del secador. En un mezclador Double Barrel de 2.44 m, el tambor interior de 2.44 m de diámetro sirve como el eje mezclador de una cámara de mezcla muy grande, de 3.35 m. de diámetro y 7.32 m. de largo (Figura: 5.2).

La planta "Double Barrel", efectúa un mezclado "secuencial" de la mezcla, de aproximadamente 1 minuto.

El "Double Barrel" es un sistema de un tambor con paletas por dentro para secar y por fuera para mezclar, el cuál gira dentro de otro tambor fijo donde se efectúa la "mezcla secuencial", y el cual está insulado y recubierto con láminas de acero inoxidable que retienen el calor interior de forma que el consumo de combustible se reduce entre un 10 a un 15% comparado con el consumo de los otros sistemas.

El tambor secador interior es de flujo opuesto y los agregados fríos y húmedos entran al tambor por donde salen los gases calientes creando un intercambio de temperatura inmediato y reduciendo también inicialmente el consumo de combustible. El agregado viaja hacia la llama del quemador a favor de la gravedad mientras es empujado y esparcido por las paletas internas.

Ya en el tambor exterior el agregado supercalentado, seco y listo pasa a mezclarse primeramente con el RAP, para entonces secarlo, derretirlo y recubrirse de éste antes de la entrada de asfalto virgen que ahora va a recubrir la piedra ya impregnada con el asfalto viejo.

Este mezclador de gran tamaño da tiempo suficiente para que el RAP se funda completamente después de haberse mezclado con el material virgen sobrecalentado. El tiempo de mezcla es suficientemente largo para obtener una mezcla muy homogénea antes de que se inyecte el líquido nuevo en la mezcla. Y hay tiempo suficiente para que los materiales combinados se enfríen a la temperatura normal de mezcla después de haber añadido el RAP. Continúa la secuencia entonces con la entrada de los finos que vienen del baghouse, ó "cámara de filtros", el cual está recogiendo el 100% del polvo que antes iba a la atmósfera en los sistemas antiguos ya obsoletos. El aditivo cal entra en la etapa final para terminar la secuencia del mezclado, proveyendo así la mezcla asfáltica.

Durante el proceso de mezcla, toda la cámara de mezcla se llena de vapor, (Figura 5.3); el vapor origina una atmósfera inerte en la sección de mezcla. El vapor tiende a separar el aceite ligero, pero ya que ningún gas fluye por el

mezclador, el aceite permanece en la mezcla y hace más brillante el RAP, dándole la apariencia de una mezcla de puro materia virgen.

El mezclador Double Barrel permite que la planta de asfalto trabaje con volúmenes de alta producción con proporciones de RAP de hasta 50% sin contaminar la atmósfera, presenta eficacia térmica alta, lo cual reduce los costos de operación considerablemente. El calor del tambor del secador va directamente a la sección de la mezcla en vez de escapar a la atmósfera.

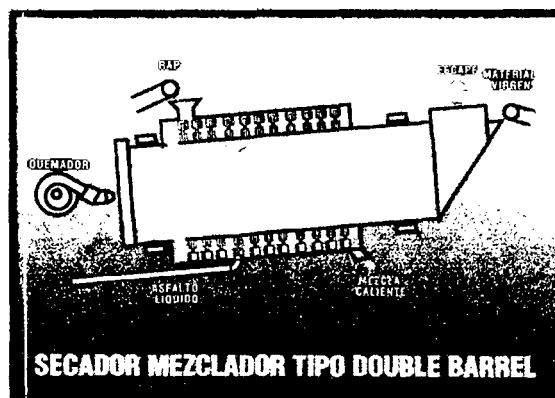


Figura 5.2: Secador Mezclador Tipo Double Barrel
Fuente: J. Don Brock, PHD., P.E.; Fresado y Reciclaje

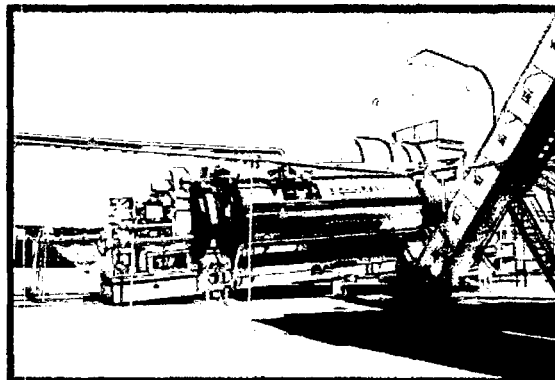


Figura 5.3: Cámara de Mezcla
Fuente: J. Don Brock, PHD., P.E.; Fresado y Reciclaje

La mezcla elaborada, se transportara a la obra en volquetes hasta una hora de día en que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente con luz solar.

La mezcla a la salida de la planta tendrá una temperatura comprendida entre 135°C y 160°C.

La temperatura de colocación de la mezcla asfáltica, sobre la superficie preparada, será de 130°C mínimo, la mezcla se extenderá con la maquina pavimentadora, de modo que se cumplan el alineamiento, ancho y espesor señalados.

Tras la pavimentadora se deberá disponer un número suficiente de obreros especificados; agregando mezcla caliente y enrasándola, según se precise, con el fin de obtener una capa que, una vez compactada, se ajuste enteramente a las condiciones impuestas en esta especificación.

La compactación deberá empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, traslapando a cada paso, hasta que la superficie total haya sido compactada.

El trabajo inicial de compactación, será efectuado en el caso de un recubrimiento completo, con un rodillo tándem tipo estático o vibratorio, que trabaje siguiendo al distribuidor de material y cuyo peso será tal que no produzca hundimiento o desplazamiento de la mezcla. El rodillo será accionado mediante un cilindro de mando ubicado lo mas cerca posible del distribuidor de material.

De usarse rodillo vibratorio deberá graduarse adecuadamente la amplitud y frecuencia de vibración, a fin de evitar la deformación de la superficie y la alteración de la regularidad superficial (rugosidad).

Inmediatamente después del rodillado inicial, la mezcla será compactada íntegramente mediante el uso de un rodillo neumático autopropulsado. Las pasadas finales de compactación se harán como un rodillo tándem, de un peso de por lo menos 10 toneladas, de dos o tres ejes.

Se tendrá cuidado en el cilindrado para no desplazar los bordes de la mezcla extendida; aquellos que formaran los bordes exteriores del pavimento terminado, serán chaflanados ligeramente.

La compactación se deberá realizar de manera continua durante la jornada de trabajo y se complementara con el trabajo manual necesario para la corrección de todas las irregularidades que se puedan presentar. Se cuidara que los elementos de compactación estén siempre limpios, y si es preciso, húmedos. No se permitirán, sin embargo, excesos de agua.

La compactación se continuara mientras las mezclas se encuentren en condiciones de ser compactadas hasta alcanzar la densidad especificada y se concluirá con un apisonado final que borre las huellas dejadas por los compactadores procedentes.

La mejor temperatura para iniciar la compactación, es la máxima temperatura en que la mezcla soporta el rodillo sin originar excesivos movimientos horizontales, esta temperatura deberá definirse en obra. El proceso de compactación debe culminarse antes que la temperatura de la mezcla asfáltica sea menor de 85°C. Alcanzando la densidad exigida, el tramo pavimentado podrá abrirse al tránsito tan pronto la capa alcance la temperatura ambiente.

- Aceptación de los Trabajos

Controles

Los establecidos en control de calidad y frecuencias.

Calidad del Cemento Asfáltico

El Supervisor exigirá las siguientes actividades de control:

- Comprobara que el material cumpla con lo especificado en la partida Cemento Asfáltico, para cada camión termotanque en relación a la curva Viscosidad – Temperatura
- Efectuar los ensayos necesarios para determinar la cantidad de cemento asfáltico incorporado en la mezclas que haya aceptado a satisfacción.

Calidad de los Agregados Pétreos y el Polvo Mineral

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomaran cuatro muestras y de cada fracción de ellas se determinaran:

- El desgaste en la maquina de Los Ángeles.
- Las perdidas en el ensayo de solidez en sulfato de magnesio, de acuerdo a la norma de ensayo.
- El equivalente de arena, de acuerdo con la norma.
- La plasticidad, aplicando las normas.

Asimismo, para cada procedencia del polvo mineral y para cualquier volumen previsto, se tomaran cuatro muestras y sobre ellas se determinaran:

- La densidad aparente
- El coeficiente de emulsibilidad

Los resultados de esta pruebas deben satisfacer la exigencias indicadas en al presente especificación.

Composición de la Mezcla

- Contenido de asfalto
El porcentaje de asfalto residual promedio tendrá una tolerancia de dos por mil (0.2%) respecto a lo establecido en la formula de trabajo
- Granulometría de los agregados
Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinara la composición granulométrica de los agregados.

La curva granulométrica de cada ensayo individual debe ser sensiblemente paralela a los limites de la franja adoptada, ajustándose a la formula de trabajo.

Calidad de la Mezcla

- Resistencia

Con un mínimo de dos muestras por cada tipo de mezcla se moldearan probetas (dos por muestra), para verificar en el laboratorio su resistencia en el ensayo Marshall (ASTM D-1559).

La estabilidad media de las cuatro probetas (E_m) deberá ser como mínimo, igual al 90% de la estabilidad de la mezcla de la formula de trabajo (E_t).

$$E_m \geq 0.90 E_t^{[1]}$$

Además, la estabilidad de cada probeta (E_i) deberá ser igual o superior a 80% del valor medio de estabilidad, admitiéndose solo un valor individual por debajo de ese limite.

$$E_i \geq 0.90 E_m^{[2]}$$

El incumplimiento de alguna de estas exigencias acarrea el rechazo del tramo representado por las muestras.

- Flujo

El flujo medio de las probetas sometidas al ensayo (F_m) deberá encontrarse entre el 85% y el 115% del valor obtenido en la mezcla aprobada como formula de trabajo.

$$0.85 F_t \leq F_m \leq 1.15 F_t^{[3]}$$

[1] CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya", Vol II, Especificaciones Técnicas, Pavimento de Concreto Asfáltico.

[2] IBID.

[3] IBID

Si el flujo medio se encuentra dentro del rango establecido, pero no satisface la exigencia recién indicada en relación con el valor obtenido al determinar la fórmula de trabajo, el Supervisor decidirá, al compararlo con las estabilidades, si el tramo debe ser rechazado o aceptado.

Calidad del Producto Terminado

- **Compactación**

Las determinaciones de densidad de la capa compactada se realizarán en una proporción de cuando menos una por cada 250m² y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar.

La densidad media del tramo (Dm) deberá ser, cuando menos, el 98% de la media obtenida al compactar en el laboratorio con la técnica Marshall, las 4 probetas por jornada de trabajo.

$$Dm \geq 0.98 D_e^{[1]}$$

Además la densidad de cada testigo individual (Di) deberá ser mayor o igual al 97% de la densidad media de los testigos del tramo (Dm) admitiéndose un solo valor defectuoso por tramo.

$$D_i \geq 0.97 D_m^{[2]}$$

El incumplimiento de alguno de estos dos requisitos implica el rechazo del tramo por parte del Supervisor.

[1] CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya", Vol II, Especificaciones Técnicas, Pavimento de Concreto Asfáltico.

[2] IBID.

- **Espesor**

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, el Supervisor determinará el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual, no podrá ser inferior al del diseño (e_d).

$$e_m \geq e_d \text{ [1]}$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (e_i) debe ser, cuando menos, igual al 90% del espesor de diseño, admitiéndose solo un valor por debajo de dicho límite.

$$e_i \geq 0.90 e_d \text{ [2]}$$

El incumplimiento de alguno de estos requisitos implica el rechazo del tramo.

- **Regularidad Superficial**

La superficie acabada no podrá presentar zonas de acumulación de agua, ni irregularidades mayores de 10 mm en capas de rodadura, cuando se compruebe con una regla de 3 metros colocada tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja el Supervisor, los cuales no podrán estar afectados por cambios de pendiente.

La regularidad superficial de la carpeta asfáltica será aprobada por el Supervisor, para lo cual deberá determinarse la rugosidad en unidades IRI, la cual no deberá ser mayor de 2.3 IRI c, con una confiabilidad del 95%

[1] CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya", Vol II, Especificaciones Técnicas, Pavimento de Concreto Asfáltico.

[2] IBID.

$$\text{IRI c} = \text{IRI promedio} + 1.645 * \text{Desv. Standard}^{[1]}$$

Para la determinación de la rugosidad deberá utilizarse un equipo tipo perfilómetro o tipo respuesta, que mida la rugosidad en forma continua a lo largo de la vía y en ambos carriles. Los ensayos de regularidad deberán ser efectuados por cuenta del Contratista.

- Deflectometría

Previa a la recepción de la obra, el Contratista deberá efectuar, mediante la utilización de un deflectómetro del tipo aprobado por el Supervisor, la evaluación deflectométrica del pavimento, con el objeto de contar con registros de las deflexiones características. La densidad mínima de ensayos será de 10 por km en cada carril.

Con los datos obtenidos, se presentaran las deflexiones corregidas (temperatura, estacionalidad, etc) la deflexión promedio (Dp), la desviación standard y la deflexión característica (Dc) de cada sector y tramo.

$$D c = D \text{ promedio} + 1.645 * \text{Desv. Standard}^{[2]}$$

Lo mismo se calculara y presentara para los radios de curvatura.

Los resultados obtenidos serán confrontados con los propios ensayos ejecutados por la Supervisión, los cuales serán menores que las deflexiones admisibles, calculadas bajo los criterios del Método CONREVIAl, con el tráfico del proyecto y se utilizara la siguiente formula:

[1] CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya", Vol II, Especificaciones Técnicas, Pavimento de Concreto Asfáltico.

[2] IBID.

$$Da = 100*(1.15 / N)^{0.25} \text{ [1]}$$

donde:

Da : Deflexión Admisible en centésimos de milímetros

N : Número de Ejes Estándard Equivalentes (8.2 ton.)

5.3.4 Señalización

a) Marcas Permanentes en el Pavimento:

- Descripción

Las marcas a aplicar en el pavimento sirven para delimitar el eje de la vía de la pista.

El contratista no podrá dar inicio a las labores de demarcación del pavimento, sin autorización del Supervisor, quien verificara la ubicación de las marcas conforme a lo indicado en los planos de proyecto o según indicaciones dadas de la Supervisión.

- Requerimientos

- Pinturas de tráfico color blanco

El contratista deberá presentar al supervisor los certificados de calidad de la pintura a utilizar.

- Microesferas de vidrio en marcas viales reflectivas

Las microesferas estarán hechas de vidrio y deberán ser transparentes, limpias, lisas y esféricas; serán de tal naturaleza que permitan su incorporación a la pintura inmediatamente después de aplicada, de modo que su superficie se pueda adherir firmemente a la película de pintura.

[1] CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya", Vol II, Especificaciones Técnicas, Pavimento de Concreto Asfáltico.

Las microesferas de vidrio según la norma AASHTO M-247^[1] se clasifican de acuerdo a su tamaño o graduación. Según lo indicado en el proyecto.

La aplicación de las microesferas estará de acuerdo con el espesor de la pintura, a fin de garantizar la máxima eficiencia de retroreflectividad de las microesferas aplicadas.

El área a ser pintada deberá estar libre de partículas sueltas. Esto puede ser realizado por escobillado u otros métodos aceptables para el Supervisor. La maquina de pintar deberá ser del tipo rociador, capaz de aplicar la pintura satisfactoriamente bajo presión, con una alimentación uniforme a través de boquillas que rocíen directamente sobre el pavimento.

Las marcas sobre el pavimento serán continuas en el eje, la línea será de color blanco con 10 cm de ancho.

Todas las marcas que no tengan una apariencia uniforme y satisfactoria, durante el día o la noche, deberán ser corregidas por el Contratista a su costo.

[1] Ensayos Estandarts de Microesferas de Vidrio para Pinturas de Tráfico

5.4 ANÁLISIS DE COSTOS

5.4.1 Metrados

Los metrados considerados son según las unidades propias de medición para cada partida específica.

Los costos del equipo, materiales y mano de obra, son los precios actuales del mercado.

a) Movimiento de Tierras:

- Perfilado y Compactado en Subrasante

$$L = 1000\text{m} \quad A = 7.05\text{m}$$

$$\text{Metrado} = L \cdot A = 7050 \text{ m}^2$$

b) Sub Bases y Bases:

- Base Granular

$$L = 1000\text{m} \quad A = 6.87\text{m} \quad e = 0.22\text{m}$$

$$\text{Metrado} = V_{\text{BASE}} = L \cdot A \cdot e = 1511.4 \text{ m}^3$$

c) Pavimentos:

- Imprimación Asfáltica

$$L = 1000\text{m} \quad A = 6.68\text{m}$$

$$\text{Metrado} = L \cdot A = 6680 \text{ m}^2$$

- Pavimento de Concreto Asfáltico Reciclado

$$L = 1000\text{m} \quad A = 6.64\text{m} \quad e = 0.05\text{m}$$

$$\text{Metrado} = V_{\text{C.A.}} = L \cdot A \cdot e = 332\text{m}^3$$

$$\text{Peso unitario de la mezcla} = 2380 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso unitario suelto del agregado nuevo} = 1500 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso unitario del cemento asfáltico} = 1017 \text{ kg/m}^3$$

$$1\text{galón} = 3.785 \text{ lts.}$$

$$1\text{m}^3 = 264.2 \text{ gln}$$

%Agregado nuevo = 48%

%Cemento asfáltico nuevo = 3.2%

%Filler = 2%

%Aditivo mejorador de adherencia (en peso de cemento asfáltico) = 0.5%

% Perdidas asumidas = 5%

Insumos Partida: Mezcla asfáltica en caliente (cantidad):

Agregado nuevo (Material cantera chancado) = $1.0000 \cdot 2380 \cdot 0.48 / 1500 = 0.7616$

- Cemento Asfáltico de Aportación PEN 120/150

Metrado = $332 \cdot 2380 \cdot 0.032 / 1017 = 6569 \text{ gln} \cdot 1.05 = 7000 \text{ gln}$

- Asfalto Líquido Tipo MC-30

Rendimiento = 0.24 gln/m^2

Metrado = 1603.2 gln

- Filler o Relleno Mineral

Metrado = $332 \cdot 2380 \cdot 0.02 = 15803 \text{ kg} \cdot 1.05 = 16500 \text{ kg}$

- Aditivo Mejorador de Adherencia

Aditivo mejorador de adherencia = $1017 \cdot 0.005 = 0.0192 \text{ kg/gln}$

Metrado (Aditivo total) = $0.0192 \cdot 7000 = 135 \text{ kg}$

d) Transporte Pagado:

- Material Proveniente de Cantera para $D \leq 1 \text{ km}$

Metrado = $D \cdot V_{\text{BASE}} = 1 \cdot 1511.4 = 1511.4 \text{ m}^3 \cdot \text{km}$

- Material Proveniente de Cantera Para $D > 1 \text{ km}$

Metrado = $D \cdot V_{\text{BASE}} = 5.3 \cdot 1511.4 = 8010.4 \text{ m}^3 \cdot \text{km}$

- Mezcla Asfáltica para $D \leq 1 \text{ km}$

Metrado = $D \cdot V_{\text{C.A.}} = 1 \cdot 332 = 332 \text{ m}^3 \cdot \text{km}$

- Mezcla Asfáltica para D>1km

$$\text{Metrado} = D * V_{\text{BASE}} = 5.3 * 332 = 1759.6 \text{ m}^3 \cdot \text{km}$$

e) Marcas Permanentes en el Pavimento:

$$L = 1000\text{m} \quad A = 0.10\text{m}$$

$$\text{Metrado} = L * A = 100 \text{ m}^2$$

Nota:

En los Cuadros 5.1 y 5.2 se presentan los Precios Unitarios de las Partidas y el Presupuesto de Obra respectivamente. En el Anexo "C", se incluyen los Precios Unitarios de las Subpartidas (Cuadro: C.1) y Costos de los Materiales (Cuadro: C.2); así también, los Métodos de Medición^[1] y Bases de Pago^[2] de las Partidas que integran el Análisis de Costos.

[1] CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya", Vol II, Especificaciones Técnicas, Pavimento de Concreto Asfáltico.

[2] IBID.

Cuadro 5.1: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Vol-VII, Análisis de P.U.

Partida	201.00	PERFILADO Y COMPACTADO EN SUBRASANTE					
Rendimiento	2,400.000 m ² /día	Costo unitario directo por: m ²					0.97
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
470101	CAPATAZ	hh	1.00	0.0033	11.14	0.04	
470104	PEON	hh	4.00	0.0133	7.50	0.10	
						0.14	
Equipos							
370111	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.14	0.00	
480402	CISTERNA 4X2 (AGUA) 2000GLN	hm	1.00	0.0033	86.08	0.28	
491105	RODILLO VIB 70-100 HP, 7-9 TON	hm	1.00	0.0033	61.90	0.20	
491603	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.00	0.0033	104.12	0.34	
						0.83	

Partida	302.00	BASE GRANULAR					
Rendimiento	m ³ /día	Costo unitario directo por: m ³					25.90
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Insumos Partida							
900340	MAT. CANTERA CHANCADO (SIERRA>3800 MSNM)	m ³		1.3000	13.40	17.42	
906806	EXTENDIDO Y COMPACTADO BASE GRANULAR (h>3800MSNM)	m ³		1.0000	8.48	8.48	
						25.90	

Partida	401.00	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA					
Rendimiento	5,700.000 m ² /día	Costo unitario directo por: m ²					0.43
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
470101	CAPATAZ	hh	1.00	0.0014	11.14	0.02	
470103	OFICIAL	hh	1.00	0.0014	8.37	0.01	
470104	PEON	hh	6.00	0.0084	7.50	0.06	
						0.09	
Equipos							
370111	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.09	0.00	
493502	BARREDORA MECANICA 10-20HP	hm	1.00	0.0014	34.47	0.05	
490101	COMPRESORA NEUMATICA 76HP	hm	1.00	0.0014	37.32	0.05	
490892	TRACTOR DE TIRO DE 80HP	hm	1.00	0.0014	54.16	0.08	
493103	CAMION IMPRIMADOR DE 1800GL	hm	1.00	0.0014	114.12	0.16	
						0.34	

Cuadro 5.1: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Vol-VII, Análisis de P.U.

Partida	402.00	PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO RECICLADO					
Rendimiento	m³/día	Costo unitario directo por: m³				79.32	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Insumos Partida						
901406	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE MEZCLA ASFALTICA	m³		1.0000	11.69	11.69	
901407	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	m³		1.0000	67.63	67.63	
						79.32	

Partida	403.00	CEMENTO ASFÁLTICO PEN 120/150					
Rendimiento	gln/día	Costo unitario directo por: gln				3.18	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Materiales						
200103	CEMENTO ASFALTICO PEN120/150	gln		1.0000	3.18	3.18	
						3.18	

Partida	404.00	ASFÁLTO LÍQUIDO TIPO MC-30					
Rendimiento	gln/día	Costo unitario directo por: gln				3.78	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Materiales						
130165	ASFALTO LIQUIDO MC-30	gln		1.0000	3.78	3.78	
						3.78	

Partida	405.00	FILLER O RELLENO MINERAL					
Rendimiento	kg/día	Costo unitario directo por: kg				0.44	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Materiales						
309304	CAL HIDRATADA	kg		1.0000	0.44	0.44	
						0.44	

Partida	406.00	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA					
Rendimiento	kg/día	Costo unitario directo por: kg				12.14	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Materiales						
309301	ADITIVO MEJORAR ADHERENCIA	kg		1.0000	12.14	12.14	
						12.14	

Cuadro 5.1: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Vol-VII, Análisis de P.U.

Partida	501.00	MATERIAL PROVENIENTE DE CANTERA PARA D<=1KM					
Rendimiento	335.000 m ³ km/día	Costo unitario directo: m ³ *km					5.31
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra						
470103	CONTROLADOR	hh	0.43	0.0103	8.37	0.09 0.09	
	Equipos						
481104	VOLQUETE 10 M ³	hm	1.00	0.0239	140.86	3.37	
490459	CARGADOR S/LLANTA 200-250 HP	hm	0.43	0.0103	179.89	1.85 5.22	

Partida	502.00	MATERIAL PROVENIENTE DE CANTERA PARA D>1KM					
Rendimiento	876.000 m ³ km/día	Costo unitario directo: m ³ *km					1.28
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Equipos						
481104	VOLQUETE 10 M ³	hm	1.00	0.0091	140.86	1.28 1.28	

Partida	503.00	MEZCLA ASFALTICA PARA D<=1KM					
Rendimiento	220.000 m ³ km/día	Costo unitario directo: m ³ *km					5.43
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra						
470103	CONTROLADOR	hh	1.00	0.0364	8.37	0.30 0.30	
	Equipos						
481104	VOLQUETE 10 M ³	hm	1.00	0.0364	140.86	5.13 5.13	

Partida	504.00	MEZCLA ASFALTICA PARA PARA D>1KM					
Rendimiento	809 m ³ km/día	Costo unitario directo: m ³ *km					1.39
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Equipos						
481104	VOLQUETE 10 M ³	hm	1.00	0.0099	140.86	1.39 1.39	

Cuadro 5.1: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Vol-VII, Análisis de P.U.

Partida	601.00	MARCAS PERMANENTES EN EL PAVIMENTO					
Rendimiento	800.000 m ² /día				Costo unitario directo por: m ²	15.06	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
470101	CAPATAZ	hh	0.50	0.0050	11.14	0.06	
470102	OPERARIO	hh	1.00	0.0100	9.28	0.09	
470104	PEON	hh	2.00	0.0200	7.50	0.15	
						0.30	
Materiales							
300115	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg		0.4800	7.67	3.68	
544401	DISOLVENTE XILOL	gln		0.0150	32.54	0.49	
544513	PINTURA PARA TRAFICO	gln		0.1200	85.18	10.22	
						14.39	
Equipos							
370111	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.45	0.01	
499091	MAQUINA PARA PINTAR MARCAS EN PAVIMENTO	hm	1.00	0.0100	35.76	0.36	
						0.37	

Cuadro 5.2: PRESUPUESTO DE OBRA

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	P.U.	PARCIAL	TOTAL
100.00	OBRAS PRELIMINARES					
200.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
201.00	Perfilado y compactado en subrasante	m³	7050	0.97	6838.50	6838.50
300.00	SUB BASES Y BASES					
301.00	Sub base granular					
302.00	Base granular	m³	1511.4	25.9	39145.26	39145.26
400.00	PAVIMENTOS					
401.00	Imprimación asfáltica	m²	6680	0.43	2872.40	
402.00	Pavimento de concreto asfáltico reciclado	m³	332	79.32	26334.24	
403.00	Cemento asfáltico PEN 120/150	gln	7000	3.18	22260.00	
404.00	Asfalto líquido tipo MC-30	gln	1603.2	3.78	6060.10	
405.00	Filler o relleno mineral	kg	16500	0.44	7260.00	
406.00	Aditivo mejorador de adherencia	kg	135	12.14	1638.90	66425.64
500.00	TRANSPORTE PAGADO					
501.00	Material proveniente de cantera para d<=1km	m³*km	1511.4	5.31	8025.53	
502.00	Material proveniente de cantera para d>1km	m³*km	8010.4	1.28	10253.31	
503.00	Mezcla asfáltica para d<=1km	m³*km	332	5.43	1802.76	
504.00	Mezcla asfáltica para para d>1km	m³*km	1759.6	1.39	2445.84	22527.45
600.00	SEÑALIZACIÓN					
601.00	Marcas permanentes en el pavimento	m²	100	15.06	1506.00	1506.00
	COSTO DIRECTO					136442.85
	GASTOS GENERALES FIJOS (2.22255214 %C.D.)					3032.51
	GASTOS GENERALES VARIABLES (23.81618608 %C.D.)					32495.482
	UTILIDADES (7.00 %C.D.)					9551.00
	SUBTOTAL					181521.84
	I.G.V. (18.00 %ST)					32673.93
	TOTAL DEL PRESUPUESTO					214195.77

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- 6.1 Los acopios del RAP procedentes del fresado de la carpeta asfáltica antigua, se pueden utilizar siguiendo este proceso propuesto en la pavimentación de caminos secundarios, calles de los diferentes pueblos que se encuentran a lo largo de la carretera rehabilitada, tales como Marcavalle, La Oroya, Sacco, Martunel, Morococha, Chicla y San Mateo. Será necesario realizar una mayor investigación del RAP procedente de la carpeta antigua para poder utilizarlo con una mayor confiabilidad en la ejecución de estos trabajos.
- 6.2 Al constituir el Reciclado una alternativa de Rehabilitación, se debe efectuar la Evaluación Integral del Pavimento, para determinar su condición existente, a fin de establecer en base a los resultados la factibilidad de la aplicación de esta solución.
- 6.3 En nuestro medio son escasos los equipos que realizan las labores para efectuar el Reciclado de Pavimentos; por tanto, se sugiere utilizar en la rehabilitación de pavimentos flexibles, siguiendo esta técnica, el Método por Fresado, puesto en práctica en la actual rehabilitación del tramo investigado, con la salvedad de acarrear el RAP a una Planta Recicladora y reemplazar la(s) capa(s) levantada(s).
- 6.4 No todos los materiales son susceptibles de ser reciclados de forma efectiva y económica. Cualquier operación de reciclado requiere un estudio previo de las secciones y de los materiales, que generalmente suele ser largo y costoso. Usualmente los pavimentos indicados para reciclado son viejos pavimentos asfálticos, dichos pavimentos adolecerán de fisuración y desintegración severas.

- 6.5 Los Métodos de diseño planteados están en función a los equipos disponibles en el medio, es decir se han empleado para el Reciclado en Caliente el Método Marshall y para el Reciclado en Frío se propuso el Método Marshall Modificado.
- 6.6 Se tiene que recordar que no hay especificaciones que indiquen los valores mínimos que se deben de determinar empleando cualquiera de las metodologías anteriormente mencionadas. Entonces, cuando se recicla una mezcla, esta debería cumplir con las especificaciones para el uso que se desea darle, como si fuera una mezcla nueva. Si va a emplearse la mezcla reciclada para construir una base negra, entonces debe cumplir con la especificación para base negra y así sucesivamente. Se tiene que verificar que la mezcla del material asfáltico antiguo mas el material asfáltico nuevo cumpla con las especificaciones de un asfalto nuevo, en nuestro caso un asfalto Pen 85-100 ó 120-150
- 6.7 En la actual rehabilitación; en el tramo estudiado, la carpeta asfáltica que se colocó ha sufrido un fuerte ahuellamiento a consecuencia de registrarse mayores temperaturas en la zona y la influencia de los vehículos sobrecargados no controlados por la Balanza Mecánica ubicada en el Km 157+800, es por esta razón que se recomienda usar en la zona un asfalto de penetración 85/100, que resiste mejor el fenómeno de ahuellamiento. Con el prediseño adoptado se obtiene una penetración de 85, lo cual es favorable para la zona.
- 6.8 El prediseño elegido tiene la ventaja de trabajar con la óptima proporción de RAP (50% en peso de la mezcla) limitada por la Planta Mezcladora de tambor Double Barrel, marca ASTEC, y producir una mezcla homogénea sin causar problemas de emisión.
- 6.9 El prediseño 1 no es aplicable, por no disponer de una Planta Recicladora en el país que procese al 100% el RAP.

- 6.10 Los diseños efectuados son preliminares y se reajustaran en obra, sin embargo indican razonablemente la calidad a obtener en las diferentes mezclas caracterizadas.
- 6.11 Es necesaria la fabricación de cementos asfálticos de altas penetraciones (200-300) a fin de disminuir las rigidez de las mezclas recicladas.
- 6.12 Diferentes químicos son utilizados en diversas proporciones para adaptar una emulsión a una aplicación específica, esta adaptación ayuda a controlar las condiciones del asfalto en la mezcla (tiempo de separación, afinidad con los agregados petreos, consistencia del asfalto), por ello es importante proporcionar al fabricante una muestra representativa del material que será reciclado, para permitir que se realice la formulación correcta de la emulsión.
- 6.13 La disponibilidad de los materiales de cantera esta decreciendo actualmente; el abastecimiento de agregados puede llegar a agotarse, por ello se recomienda poner en practica esta nueva tecnología para minimizar las necesidades de ligantes y áridos nuevos al reutilizar los existentes en el pavimento; ecológicamente es mucho mejor.
- 6.14 Con los trabajos de reciclado no se necesita elevar los acotamientos, la elevación de la carretera permanece igual (la rasante se conserva). En la actual Rehabilitación de la carretera investigada, el refuerzo de 6.5 cm colocado en toda la longitud del tramo elevo la rasante anterior en esa magnitud, reduciendo así el ancho de la plataforma, la altura de las señales reglamentarias y modificando las obras de arte; como por ejemplo: la profundidad de las cuentas, la altura de los parapetos de muros y cabezales de las alcantarillas; en los puentes, túneles y cruces con puntos a desnivel para conservar la rasante anterior se realizo una transición.

- 6.15 El reciclaje ofrece enormes ventajas para la industria de pavimentación con asfalto. Las carreteras de asfalto pueden lograr un ciclo de vida infinito como consecuencia de la capacidad de extraer un material superficial viejo y volverlo a procesar. Debido a que las maquinarias fresadoras pueden reparar las carreteras de asfalto, restablecer los peraltes y rehabilitar carreteras de asfalto con interrupciones mínimas para los automovilistas, el asfalto debería convertirse en el material óptimo para la construcción de carreteras.
- 6.16 El uso de material generado del fresado puede reducir de modo significativo el costo de la mezcla de asfalto caliente. Más aun, los materiales fresados obtenidos de un trabajo de autopista frecuentemente exceden la cantidad de material reciclado colocado en esa misma autopista. Esto genera un exceso de material que puede ser usado en trabajos comerciales y privados para reducir mas los costos de la industria. El reciclaje es y continuara siendo una importante ventaja para la industria. Seguramente llegara a formar parte de las operaciones de todas las plantas de mezcla del mundo.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Título : "Reciclaje en Frío de Mezclas Asfálticas."
Autor : Instituto del Asfalto, Manual de Serie No 21 (MS-21)
Edición : Primera Edición: Impreso en los Estados Unidos 1983
Biblioteca : Personal

- 2.- Título : "Reciclaje en Caliente de Mezclas Asfálticas."
Autor : Instituto del Asfalto, Manual de Serie No 20 (MS-20)
Edición : 1992- Impreso en los Estados Unidos
Biblioteca : Personal

- 3.- Título : "Reciclado de Pavimentos en Frío, empleando Emulsiones Asfálticas Cationicas."
Autor : Gustavo Rivera E.
Edición : 1997 Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
Biblioteca : Personal

- 4.- Título : "Manual Wirtgen Sobre Reciclaje en Frío"
Autor : A.A. Loudon & Asociados
Edición : Segunda Publicación
Biblioteca : Personal

- 5.- Título : "II Congreso Nacional del Asfalto"
Autor : Asociación Peruana de Caminos
Edición : Noviembre 1998
Biblioteca : Personal

- 6.- Título : "III Congreso Nacional del Asfalto"
Autor : Asociación Peruana de Caminos
Edición : Septiembre 1999
Biblioteca : Personal

- 7.- Título : "IV Congreso Nacional del Asfalto"
 Autor : Asociación Peruana de Caminos
 Edición : Agosto 2000
 Biblioteca : Personal
- 8.- Título : "Tesis de Grado: Evaluación Integral de Pavimentos"
 Autor : José Melchor Areche
 Edición : 1998, Lima-Perú
 Biblioteca : Biblioteca UNI-FIC: Alberto Regal
- 9.- Título : "Tesis de Grado : El Reciclaje como Alternativa en la Rehabilitación de Pavimentos Flexibles".
 Autor : Alex William López Sanca
 Edición : 2001, Lima – Perú
 Biblioteca : Biblioteca UNI-FIC: Alberto Regal
- 10.- Título : "Principios de Construcción de Carreteras de Mezclas Asfálticas en Caliente".
 Autor : Instituto del Asfalto, Manual de Serie No 22 (MS-22)
 Edición : 1992 - Impreso en los Estados Unidos
 Biblioteca : Biblioteca OAT-MTC
- 11.- Título : "Tecno-Vial Mundial".
 Autor : Roger Adshead
 Edición : Revista: Junio 2003
 Biblioteca : Personal
- 12.- Título : "Tecno-Vial Mundial".
 Autor : Roger Adshead
 Edición : Revista: Septiembre 2003
 Biblioteca : Personal

- 13.- Titulo : "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2000)".
Autor : Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción. Dirección General de Caminos (Tomo-I)
Edición : Segunda Edición
Biblioteca : Personal
- 14.- Titulo : "Estudio de Rehabilitación de Carreteras en el País Aspectos de Evaluación de Pavimentos".
Autor : Consorcio de Rehabilitación Vial (Conrevial)
Edición : 1982
Biblioteca : Personal
- 15.- Titulo : "Carreteras, Calles y Aeropistas".
Autor : Valle Rodas
Edición : Sexta Edición 1976, Buenos Aires – Argentina
Biblioteca : Personal
- 16.- Titulo : "Ingeniería de Pavimentos para Carreteras".
Autor : Alfonso, Montejo Fonseca
Edición : 1998 - 2da Edición, Santafé de Bogota: Universidad Católica de Colombia.
Biblioteca : Biblioteca UNI-FIC: Alberto Regal
- 17.- Titulo : "Fresado y Reciclaje".
Autor : J. Don Brock, PHD., P.E.
Edición : Boletín Técnico T-127S
Biblioteca : Personal

- 18.- Título : "Seminario de Emulsión Asfáltica : Reciclado en Frío con Emulsión Asfáltica".
Autor : PH. D. Ing. Ray Saucedo.
Edición : Junio 2004
Biblioteca : Personal
- 19.- Título : "Carretera Héroes de la Breña. Pte. Ricardo Palma – La Oroya. Tomo-I, Anexo C: Estudio de Suelos".
Autor : Pacific Consultants International, CESEL Ingenieros
Edición : 2002
Biblioteca : Archivos, Provias Nacional
- 20.- Título : "Carretera Héroes de la Breña. Pte. Ricardo Palma – La Oroya. Tomo-VI, Anexo C: Estudio de Suelos".
Autor : Pacific Consultants International, CESEL Ingenieros
Edición : 2002
Biblioteca : Archivos, Provias Nacional
- 21.- Título : "Carretera Héroes de la Breña. Pte. Ricardo Palma – La Oroya. Volumen II, Especificaciones Técnicas".
Autor : Pacific Consultants International, CESEL Ingenieros
Edición : 2002
Biblioteca : Archivos, Provias Nacional
- 22.- Título : "Carretera Héroes de la Breña. Pte. Ricardo Palma – La Oroya. Tomo-VII, Análisis de Precios Unitarios".
Autor : Pacific Consultants International, CESEL Ingenieros
Edición : 2002
Biblioteca : Archivos, Provias Nacional

- 23.- Titulo : "Tesis de Grado : Mezclas Bituminosas Recicladas, Tramo San Mateo - La Oroya".
 Autor : Bach. Ing. Norma Rocío Mejía Izquierdo, Bach. Ing. Ludwig Gustavo Atahualpa Huerta.
 Edición : 2005, Lima – Perú
 Biblioteca : Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería Civil
- 24.- Titulo : "Arra Cold Planing".
 Autor : Asphalt Recycling & Reclaiming Association
 Edición : PMB 250
 Biblioteca : Página Web.
- 25.- Titulo : "Arra Industry Segment - Hot Recycling".
 Autor : Asphalt Recycling & Reclaiming Association
 Edición : PMB 250
 Biblioteca : Página Web.
- 26.- Titulo : "Cold In-Place Recycling".
 Autor : The Miller Group & Associated Authors
 Edición : 2004
 Biblioteca : Página Web.
- 27.- Titulo : "Roadtec Cold-Planing".
 Autor : Astec Industries, Inc.
 Edición : 2001-2003
 Biblioteca : Página Web.
- 28.- Titulo : "Pavement Types - Recycled Hma".
 Autor : Hawai'i Asphalt Pavement Industry
 Edición : 2003
 Biblioteca : Página Web.

- 29.- Titulo : "Worktips-Coldplaning".
Autor : Aprg in Conjunction With Aapa
Edición : Julio 1997
Biblioteca : Página Web.
- 30.- Titulo : "Construction & Demolition Debris Recycling".
Autor : California Integrated Waste Management Board
Edición : 1995-2005
Biblioteca : Página Web.
- 31.- Titulo : "Arra_Org-Hirfaq".
Autor : Asphalt Recycling & Reclaiming Association
Edición : PMB 250
Biblioteca : Página Web.
- 32.- Titulo : "Arra Industry Segment - Reclamation".
Autor : Asphalt Recycling & Reclaiming Association
Edición : PMB 250
Biblioteca : Página Web.
- 33.- Titulo : "Pavement Types - Flexible Recycling Options".
Autor : Hawai'i Asphalt Pavement Industry
Edición : 2003
Biblioteca : Página Web.
- 34.- Titulo : "Full Depth Reclamation (FDR) Photo Gallery".
Autor : Hawai'i Asphalt Pavement Industry
Edición : 2003
Biblioteca : Página Web.

- 35.- Título : "Heater Scarification".
Autor : Gallagher Aspha
Edición : 2005
Biblioteca : Página Web.
- 36.- Título : "Trainingevents / HS04 Presentations / W900 HMA".
Autor : Zueb Zavery – Nysdot
Edición : 2005
Biblioteca : Página Web.
- 37.- Título : "Normas. Imt. Mx / Normativa / CMT / 4Pavimentos / 02Mat
subbases / N-CMT-4-02-00".
Autor : Instituto Mexicano del Transporte – Normativa para la
Infraestructura del Transporte (Normativa: Secretaria de
Comunicaciones y Transportes).
Edición : 2005
Biblioteca : Página Web.

ANEXOS

	Pág.
ANEXO "A"	195
EVALUACIÓN EN CAMPO	196
Deflexiones de la Vía	197
Evaluación Superficial del pavimento	204
Medición de Ahuellamientos	218
Medición de la Rugosidad	225
EVALUACIÓN EN LABORATORIO	232
Tabla A.1	233
Tabla A.2	235
Agregados de Aportación	238
Prediseños	246
Otros	249
ANEXO "B"	253
Ponencias: Congreso Nacional del Asfalto	254
Instituto Mexicano del Transporte	257
Análisis Petrográfico de Agregados de Aportación	260
ANEXO "C"	267
Análisis de Precios Unitarios - subpartidas	268
Costos de los Materiales	273
Métodos de Medición – Bases de Pago	275
Foto de Recuerdo	285

ANEXO “A”

EVALUACIÓN EN CAMPO

Deflexiones de la Vía

Cuadro A.1: DEFLEXIONES DE LA VÍA

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Tomo-I, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice D

No Dato	PROGRESIVA	DEFLEXIONES NORMALIZADAS (0.01 mm)		RADIO DE CURVATURA (m)
		Do	D25	
1	151+600	19.8	17.8	1563
2	151+650	36.5	11.5	125
3	151+700	27.6	9.8	176
4	151+750	26.8	13.4	233
5	151+800	65.1	43.4	144
6	151+850	31.0	13.6	180
7	151+900	37.5	15.8	144
8	151+950	42.6	21.3	147
9	152+000	37.5	15.8	144
10	152+050	24.9	19.2	548
11	152+100	31.5	11.8	159
12	152+150	32.7	15.4	181
13	152+200	29.7	25.7	781
14	152+250	38.4	13.4	125
15	152+300	37.5	31.6	530
16	152+350	26.9	13.5	233
17	152+400	27.5	9.8	177
18	152+450	26.9	17.3	326
19	152+500	39.0	17.5	145
20	152+550	30.9	21.2	322
21	152+600	37.6	21.8	198
22	152+650	58.0	32.9	125
23	152+700	31.6	13.8	176
24	152+750	48.1	26.9	147
25	152+800	31.3	15.6	199
26	152+850	42.4	21.2	147
27	152+900	31.5	11.8	159
28	152+950	40.6	15.5	125
29	153+000	25.8	15.9	316
30	153+050	42.6	21.3	147
31	153+100	49.9	17.9	98
32	153+150	32.7	11.5	147
33	153+200	21.7	9.8	263
34	153+250	21.1	13.4	406
35	153+300	37.5	11.8	122
36	153+350	32.5	11.5	149
37	153+400	27.7	15.8	263
38	153+450	19.1	7.6	272
39	153+500	37.6	25.7	263
40	153+550	21.0	11.5	329
41	153+600	27.6	17.8	319
42	153+650	26.8	15.3	272
43	153+700	26.0	14.0	260

Cuadro A.1: DEFLEXIONES DE LA VÍA

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Tomo-I, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice D

No Dato	PROGRESIVA	DEFLEXIONES NORMALIZADAS (0.01 mm)		RADIO DE CURVATURA (m)
		Do	D25	
44	153+750	38.4	17.3	148
45	153+800	34.1	24.1	313
46	153+850	46.4	27.1	162
47	153+900	26.1	16.1	313
48	153+950	31.3	17.6	228
49	154+000	30.0	16.0	223
50	154+050	50.0	19.2	101
51	154+100	34.7	12.8	143
52	154+150	38.4	13.4	125
53	154+200	38.5	9.2	107
54	154+250	43.8	20.9	136
55	154+300	29.3	14.6	213
56	154+350	24.7	13.3	274
57	154+400	29.3	11.0	171
58	154+450	36.0	11.4	127
59	154+500	38.4	11.0	114
60	154+550	30.4	9.5	150
61	154+600	32.7	16.3	191
62	154+650	38.0	19.0	164
63	154+700	36.1	14.4	144
64	154+750	45.7	22.9	137
65	154+800	No se tomaron lecturas Zona de Puente Pachachaca		
66	154+850			
67	154+900	44.9	18.0	116
68	154+950	38.0	19.0	164
69	155+000	37.9	19.9	174
70	155+050	34.2	17.1	183
71	155+100	41.6	18.1	133
72	155+150	45.7	32.4	235
73	155+200	36.2	16.3	157
74	155+250	20.9	11.4	329
75	155+300	38.1	16.3	143
76	155+350	45.7	26.6	164
77	155+400	41.8	23.6	172
78	155+450	24.8	11.5	235
79	155+500	32.7	12.7	156
80	155+550	36.4	15.3	148
81	155+600	41.6	16.3	124
82	155+650	45.8	17.2	109
83	155+700	39.8	16.3	133
84	155+750	55.4	19.1	86
85	155+800	27.1	9.0	173
86	155+850	45.8	19.1	117

Cuadro A.1: DEFLEXIONES DE LA VÍA

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Tomo-I, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice D

No Dato	PROGRESIVA	DEFLEXIONES NORMALIZADAS (0.01 mm)		RADIO DE CURVATURA (m)
		Do	D25	
87	155+900	34.1	18.0	194
88	155+950	44.1	23.0	148
89	156+000	35.9	14.4	145
90	156+050	34.6	17.3	181
91	156+100	52.0	12.5	79
92	156+150	44.6	27.1	179
93	156+200	46.7	23.3	134
94	156+250	48.5	19.4	107
95	156+300	37.6	16.1	145
96	156+350	46.6	21.4	124
97	156+400	53.7	23.3	103
98	156+450	44.4	17.4	116
99	156+500	51.8	25.0	117
100	156+550	48.2	25.1	135
101	156+600	46.3	19.6	117
102	156+650	46.2	19.2	116
103	156+700	37.5	12.5	125
104	156+750	31.0	19.4	269
105	156+800	32.1	21.4	292
106	156+850	29.0	13.5	202
107	156+900	42.6	17.8	126
108	156+950	44.5	15.5	108
109	157+000	42.7	14.2	110
110	157+050	54.1	23.2	101
111	157+100	39.2	14.3	126
112	157+150	40.4	21.2	163
113	157+200	34.0	16.1	175
114	157+250	50.0	30.8	163
115	157+300	39.6	18.0	145
116	157+350	31.0	17.4	230
117	157+400	21.9	12.8	343
118	157+450	25.1	19.3	539
119	157+500	36.6	27.4	340
120	157+550	23.2	9.7	231
121	157+600	30.9	20.0	287
122	157+650	50.2	21.3	108
123	157+700	35.9	18.0	175
124	157+750	36.8	21.3	202
125	157+800	37.7	10.8	116
126	157+850	39.1	21.5	178
127	157+900	28.8	14.4	217
128	157+950	46.7	25.3	146
129	158+000	37.7	28.8	351

Cuadro A.1: DEFLEXIONES DE LA VÍA

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Tomo-I, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice D

No Dato	PROGRESIVA	DEFLEXIONES NORMALIZADAS (0.01 mm)		RADIO DE CURVATURA (m)
		Do	D25	
130	158+050	43.2	17.7	123
131	158+100	37.9	19.9	174
132	158+200	25.3	10.8	216
133	158+250	37.3	27.5	319
134	158+300	32.6	14.5	173
135	158+350	39.3	21.6	177
136	158+400	21.8	9.1	246
137	158+450	31.4	17.7	228
138	158+500	20.0	9.1	287
139	158+550	21.6	13.7	396
140	158+600	23.6	12.7	287
141	158+650	45.1	33.3	265
142	158+700	36.3	18.2	173
143	158+750	43.5	25.7	176
144	158+800	32.7	14.5	172
145	158+850	41.6	25.8	198
146	158+900	45.3	12.7	96
147	158+950	39.8	19.9	157
148	159+000	50.4	18.7	99
149	159+050	39.7	19.9	158
150	159+100	44.8	13.1	99
151	159+150	40.2	22.1	173
152	159+200	29.9	16.8	239
153	159+250	50.1	28.1	142
154	159+300	41.1	16.8	129
155	159+350	36.1	16.0	155
156	159+400	31.7	13.0	167
157	159+450	30.0	16.0	223
158	159+500	33.4	11.1	140
159	159+550	30.2	10.1	155
160	159+600	37.1	31.5	558
161	159+650	30.1	16.1	223
162	159+700	48.3	29.7	168
163	159+750	40.1	18.0	141
164	159+800	24.1	13.0	282
165	159+850	34.2	14.1	155
166	159+900	51.9	27.8	130
167	159+950	38.2	20.1	173
168	160+000	37.2	14.9	140
169	160+050	38.2	22.1	194
170	160+100	54.1	24.3	105
171	160+150	50.5	32.3	172
172	160+200	44.9	20.6	129

Cuadro A.1: DEFLEXIONES DE LA VÍA

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Tomo-I, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice D

No Dato	PROGRESIVA	DEFLEXIONES NORMALIZADAS (0.01 mm)		RADIO DE CURVATURA (m)
		Do	D25	
173	160+250	40.4	22.2	172
174	160+300	26.2	15.0	279
175	160+350	38.5	26.3	256
176	160+400	37.8	15.9	143
177	160+450	48.0	32.0	195
178	160+500	37.5	11.2	119
179	160+550	31.4	23.6	401
180	160+600	39.3	22.5	186
181	160+650	47.2	25.6	145
182	160+700	46.9	26.3	152
183	160+750	37.7	25.8	263
184	160+800	37.6	15.0	138
185	160+850	51.7	31.8	157
186	160+900	30.3	13.2	183
187	160+950	31.9	20.0	263
188	161+000	32.0	18.8	237
189	161+050	30.0	18.0	260
190	161+100	35.8	15.1	151
191	161+150	24.0	10.0	223
192	161+200	37.7	9.4	110
193	161+250	32.1	24.1	391
194	161+300	26.7	15.2	272
195	161+350	34.2	14.1	155
196	161+400	28.5	15.2	235
197	161+450	40.5	20.2	154
198	161+500	26.7	22.9	822
199	161+550	30.3	14.1	193
200	161+600	41.8	26.6	206
201	161+650	34.3	18.2	194
202	161+700	26.6	11.4	206
203	161+750	40.3	16.1	129
204	161+800	30.4	9.5	150
205	161+850	30.3	20.2	309
206	161+900	43.8	17.1	117
207	161+950	36.5	22.3	220
208	162+000	28.6	11.5	183
209	162+050	28.5	16.3	256
210	162+100	36.2	11.4	126
211	162+150	42.9	22.5	153
212	162+200	51.7	28.7	136
213	162+250	32.9	14.4	169
214	162+300	17.3	7.7	326
215	162+350	22.7	16.5	504

Cuadro A.1: DEFLEXIONES DE LA VÍA

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Tomo-I, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice D

No Dato	PROGRESIVA	DEFLEXIONES NORMALIZADAS (0.01 mm)		RADIO DE CURVATURA (m)
		Do	D25	
216	162+400	30.7	13.4	181
217	162+450	33.1	18.6	216
218	162+500	46.3	13.5	95
219	162+550	26.8	18.6	381
220	162+600	36.7	13.5	135
221	162+650	29.0	16.6	252
222	162+700	42.6	13.5	107
223	162+750	24.9	14.5	300
224	162+800	46.5	13.6	95
225	162+850	29.2	16.7	250
226	162+900	44.6	19.4	124
227	162+950	35.6	23.0	248
228	163+000	27.2	9.7	179
229	163+050	20.9	12.5	372
230	163+100	56.5	21.4	89
231	163+150	42.0	27.3	213
232	163+200	55.3	15.8	79
233	163+250	31.6	25.3	496
234	163+300	33.6	9.9	132
235	163+350	27.4	19.0	372
236	163+400	31.6	13.8	176
237	163+450	19.0	16.8	1420
238	163+500	25.8	7.9	175
239	163+550	48.5	38.0	298
240	163+600	39.6	11.9	113
241	163+650	25.3	14.8	298
242	163+700	16.0	6.0	313
243	163+750	27.5	16.9	295
244	163+800	27.9	8.0	157
245	163+850	21.1	12.7	372
246	163+900	28.0	6.0	142
247	163+950	16.9	10.5	488
248	164+000	34.1	10.0	130

DEFLECCION RECUPERABLE PROMEDIO	36.1
DESVIACIÓN ESTANDAR	8.94
DEFLECCION RECUPERABLE CARACTERISTICA (0.01 mm)	51

Evaluación Superficial del **Pavimento**

Cuadro A.2: EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héros de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Tomo-VI, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice A

ZONA: CARRETERA CENTRAL (ZONA 1)
TRAMO: SAN MATEO - LA OROYA (TRAMO III)

ANCHO DEL PAVIMENTO: 7.2 m

Del Km 151+600 al Km 152+000

CODIGOS DE VALORACIÓN

FRECUENCIA (F)
(Extensión / Ocurrencia)

- 0 = NO SE OBSERVA
- 1 = ESCASA (0 - 10%) 10%
- 2 = INTERMEDIA (10 - 30%) 30%
- 3 = FRECUENTE (30 - 70%) 70%
- 4 = EXTENSIVA (70 - 100%) 100%

MAGNITUD (M)
(Severidad de Falla)

- 1 = LEVE
- 2 = MODERADO
- 3 = SEVERO

LOCALIZACION (L)
(Ubicación)

- 1 = CARRIL IZQUIERDO
- 2 = CARRIL DERECHO
- 3 = EJE DE PISTA
- 4 = AMBOS CARRILES
- 5 = BORDES DE LA CARPETA

PROGRESIVA (Km)			L (m)	1. FALLAS Y DEGRADACIONES																																														
				1. DEFORMACIONES												2. FISURAMIENTOS										3. DISGREGACIONES																								
				1.AHLL			2.HUND			3.DESP			4.DESL			5.ONDU			1.P/C			2.BLOQ			3.LONG			4.TRSV			5.REFL			6.ARCO			1.PELA		2.N/G		3.BACH		4.INDE		5.PULI					
Inicial	Final		F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L			
151+600	151+650	50																			3	2	3	3	3	4					3	2	4																	
151+650	151+700	50	3	2	1	2	1	4													3	2	3																											
151+700	151+750	50	3	2	1																3	2	3																											
151+750	151+800	50	3	2	1																2	2	1																											
151+800	151+850	50	3	2	1	3	2	2													3	2	3											1	2	1														
151+850	151+900	50	3	2	1																3	2	3	1	2	1																								
151+900	151+950	50																			3	3	3																											
151+950	152+000	50																			3	3	3																											

PORCENTAJE DEL AREA AFECTADA EN EL KILOMETRO																			
			9%	24%	0%	--	0%	0%	24%	24%	12%	--	--	4%	0%	11%	--	--	
151+600	152+000	400																	

NOTA: EN LA FALLA PULIMENTO (PULI) SE CONSIDERO EL DESGASTE SUPERFICIAL QUE ORIGINA EL DESCUBRIMIENTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO

Cuadro A.2: EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
 Tomo-VI, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice A

ZONA: CARRETERA CENTRAL (ZONA 1)
 TRAMO: SAN MATEO - LA OROYA (TRAMO III)

ANCHO DEL PAVIMENTO : 7.2 m

Del Km 152+000 al Km 153+000

CODIGOS DE VALORACIÓN

PROGRESIVA (Km)	L (m)	1. FALLAS Y DEGRADACIONES																																																			
		1. DEFORMACIONES															2. FISURAMIENTOS															3. DISGREGACIONES																					
		1.AHLL			2.HUND			3.DESP			4.DESL			5.ONDU			1.P/C			2.BLOQ			3.LONG			4.TRSV			5.REFL			6.ARCO			1.PELA			2.N/G			3.BACH			4.INDE			5.PULI						
		F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L							
152+000	152+050	50	3	2	1																																																
152+050	152+100	50	3	2	1	2	1	4							1	2	1																																				
152+100	152+150	50	3	2	1																			2	1	3																											
152+150	152+200	50	3	2	1																			3	1	3																											
152+200	152+250	50	3	2	1																			3	2	3																											
152+250	152+300	50	3	2	1																			2	1	3																											
152+300	152+350	50	3	2	1										1	2	1							3	1	3																											
152+350	152+400	50	3	2	1										1	2	1							3	1	3																											
152+400	152+450	50																						2	1	4																											
152+450	152+500	50																						2	1	3																											
152+500	152+550	50	3	2	1																			2	1	4										2	1	4															
152+550	152+600	50	3	2	1																			2	1	3																											
152+600	152+650	50	3	2	1																																																
152+650	152+700	50	3	2	1																																																
152+700	152+750	50	3	2	1																			3	1	3																											
152+750	152+800	50	3	2	1																			3	1	3																											
152+800	152+850	50	3	2	1																			3	1	3																											
152+850	152+900	50	3	2	4																			3	1	3																											
152+900	152+950	50																						3	1	3																											
152+950	153+000	50																						3	1	3																											

- FRECUECIA (F)**
 (Extensión / Ocurrencia)
- 0 = NO SE OBSERVA
 - 1 = ESCASA (0 - 10%) 10%
 - 2 = INTERMEDIA (10 - 30%) 30%
 - 3 = FRECUENTE (30 - 70%) 70%
 - 4 = EXTENSIVA (70 - 100%) 100%
- MAGNITUD (M)**
 (Severidad de Falla)
- 1 = LEVE
 - 2 = MODERADO
 - 3 = SEVERO
- LOCALIZACION (L)**
 (Ubicación)
- 1 = CARRIL IZQUIERDO
 - 2 = CARRIL DERECHO
 - 3 = EJE DE PISTA
 - 4 = AMBOS CARRILES
 - 5 = BORDES DE LA CARPETA

PORCENTAJE DEL AREA AFECTADA EN EL KILOMETRO

Progresiva	L (m)	AHLL	HUND	DESP	DESL	ONDU	P/C	BLOQ	LONG	TRSV	REFL	ARCO	PELA	N/G	BACH	INDE	PULI	
152+000	153+000	1000	30%	9%	0%	--	0%	1%	3%	14%	2%	--	--	0%	0%	0%	--	--

NOTA: EN LA FALLA PULIMENTO (PULI) SE CONSIDERO EL DESGASTE SUPERFICIAL QUE ORIGINA EL DESCUBRIMIENTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO

Cuadro A.2: EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma - La Oroya".
Tomo-VI, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice A

ZONA: CARRETERA CENTRAL (ZONA 1)
TRAMO: SAN MATEO - LA OROYA (TRAMO III)

ANCHO DEL PAVIMENTO : 7.2 m

Del Km 153+000 al Km 154+000

CÓDIGOS DE VALORACIÓN

PROGRESIVA (Km)		L (m)	1. FALLAS Y DEGRADACIONES																																												
Inicial	Final		1. DEFORMACIONES												2. FISURAMIENTOS						3. DISGREGACIONES																										
			1.AHLL			2.HUND			3.DESP			4.DESL			5.ONDU			1.P/C			2.BLOQ			3.LONG			4.TRSV			5.REFL			6.ARCO			1.PELA			2.N/G			3.BACH			4.INDE		
F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L									
153+000	153+050	50	3	3	1														3	3	3																		4	1	4						
153+050	153+100	50	3	3	1														3	3	3																		4	1	4						
153+100	153+150	50	3	3	4														3	3	2																		4	1	4						
153+150	153+200	50	3	3	1														1	2	3																		4	1	4						
153+200	153+250	50	3	3	4														2	2	3																		4	1	4						
153+250	153+300	50	3	3	4														1	2	3																		4	1	4						
153+300	153+350	50	3	3	4														1	1	3																		4	1	4						
153+350	153+400	50	3	2	1																																			4	1	4					
153+400	153+450	50	3	2	1																																			4	1	4					
153+450	153+500	50	3	2	1																																			4	1	4					
153+500	153+550	50	3	3	1																																			4	1	4					
153+550	153+600	50	3	3	1																																			4	1	4					
153+600	153+650	50	3	2	1																																			4	1	4					
153+650	153+700	50	3	2	1																																			4	1	4					
153+700	153+750	50	3	2	1																																			4	1	4					
153+750	153+800	50																		2	3	1	2	3	1														4	1	4						
153+800	153+850	50	3	2	1														1	1	3																		4	1	4						
153+850	153+900	50																																						4	1	4					
153+900	153+950	50																																						4	1	4					
153+950	154+000	50																																					4	1	4						

FRECUCENCIA (F) (Extensión / Ocurrencia)	
0 = NO SE OBSERVA	
1 = ESCASA (0 - 10%)	10%
2 = INTERMEDIA (10 - 30%)	30%
3 = FRECUENTE (30 - 70%)	70%
4 = EXTENSIVA (70 - 100%)	100%

MAGNITUD (M) (Severidad de Falla)	
1 = LEVE	
2 = MODERADO	
3 = SEVERO	

LOCALIZACION (L) (Ubicación)	
1 = CARRIL IZQUIERDO	
2 = CARRIL DERECHO	
3 = EJE DE PISTA	
4 = AMBOS CARRILES	
5 = BORDES DE LA CARPETA	

PORCENTAJE DEL AREA AFECTADA EN EL KILOMETRO																		
153+000	154+000	1000	35%	0%	0%	--	0%	0%	0%	5%	1%	--	--	0%	0%	0%	--	--

NOTA: EN LA FALLA PULIMENTO (PULI) SE CONSIDERO EL DESGASTE SUPERFICIAL QUE ORIGINA EL DESCUBRIMIENTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO

Cuadro A.2: EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Tomo-VI, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice A

ZONA: CARRETERA CENTRAL (ZONA 1)
TRAMO: SAN MATEO - LA OROYA (TRAMO III)

ANCHO DEL PAVIMENTO : 7.2 m

Del Km 157+000 al Km 158+000

CODIGOS DE VALORACIÓN

PROGRESIVA (Km)	L (m)	1. FALLAS Y DEGRADACIONES																																													
		1. DEFORMACIONES															2. FISURAMIENTOS										3. DISGREGACIONES																				
		1.AHLL			2.HUND			3.DESP			4.DESL			5.ONDU			1.P/C			2.BLOO			3.LONG			4.TRSV			5.REFL			6.ARCO			1.PELA			2.N/G			3.BACH			4.INDE			5.PULI
Final	Inicial	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	
157+000	157+050	50	3	3	1		1	2	1								3	3	2			2	3	4														4	1	4							
157+050	157+100	50	3	2	1															3	3	3																	4	1	4						
157+100	157+150	50																	3	3	3	2	3	4														4	1	4							
157+150	157+200	50	3	3	1															1	2	3	2	3	2													4	1	4							
157+200	157+250	50	3	3	1																	1	2	1														4	1	4							
157+250	157+300	50	3	3	1																		1	3	1													4	1	4							
157+300	157+350	50	3	3	1																	2	3	1														4	1	4							
157+350	157+400	50																	2	2	3	2	3	1														4	1	4							
157+400	157+450	50				1	2	1											2	3	1	2	2	3														4	1	4							
157+450	157+500	50				2	2	1											3	3	1			3	3	1												4	1	4							
157+500	157+550	50																		2	2	3																4	1	4							
157+550	157+600	50																		3	2	3																4	1	4							
157+600	157+650	50																		3	3	3																4	1	4							
157+650	157+700	50																		3	3	3																4	1	4							
157+700	157+750	50																		3	3	3																4	1	4							
157+750	157+800	50				1	2	2											2	3	2	2	2	3													4	1	4								
157+800	157+850	50																																				4	1	4							
157+850	157+900	50																																				4	1	4							
157+900	157+950	50																																				4	1	4							
157+950	158+000	50																						3	3	4											4	2	4								

FRECUENCIA (F)
(Extensión / Ocurrencia)

0 = NO SE OBSERVA
1 = ESCASA (0 - 10%) 10%
2 = INTERMEDIA (10 - 30%) 30%
3 = FRECUENTE (30 - 70%) 70%
4 = EXTENSIVA (70 - 100%) 100%

MAGNITUD (M)
(Severidad de Falla)

1 = LEVE
2 = MODERADO
3 = SEVERO

LOCALIZACION (L)
(Ubicación)

1 = CARRIL IZQUIERDO
2 = CARRIL DERECHO
3 = EJE DE PISTA
4 = AMBOS CARRILES
5 = BORDES DE LA CARPETA

PORCENTAJE DEL AREA AFECTADA EN EL KILOMETRO																		
157+000	158+000	1000	11%	2%	0%	--	0%	0%	5%	6%	11%	--	--	0%	0%	0%	--	--

NOTA: EN LA FALLA PULIMENTO (PULI) SE CONSIDERO EL DESGASTE SUPERFICIAL QUE ORIGINA EL DESCUBRIMIENTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO

Cuadro A.2: EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
 Tomo-VI, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice A

ZONA: CARRETERA CENTRAL (ZONA 1)
 TRAMO: SAN MATEO - LA OROYA (TRAMO III)

ANCHO DEL PAVIMENTO : 7.2 m

Del Km 160+000 al Km 161+000

CODIGOS DE VALORACIÓN

PROGRESIVA (Km)		L (m)	1. FALLAS Y DEGRADACIONES																																					
Initial	Final		1. DEFORMACIONES															2. FISURAMIENTOS						3. DISGREGACIONES																
			1.AHLL			2.HUND			3.DESP			4.DESL			5.ONDU			1.P/C		2.BLOQ		3.LONG		4.TRSV		5.REFL		6.ARCO		1.PELA	2.N/G	3.BACH	4.INDE		5.PULI					
		F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L
160+000	160+050	50				2	2	1									2	3	1				2	2	3	3	3	4									4	1	4	
160+050	160+100	50	3	2	1												1	3	1																			4	1	4
160+100	160+150	50				2	2	4									3	3	4																			4	1	4
160+150	160+200	50															1	3	1	2	3	2																4	1	4
160+200	160+250	50	3	2	1	1	2	2									3	3	4	3	3	3	3	3	4												4	1	4	
160+250	160+300	50	3	2	4												2	3	2																			4	1	4
160+300	160+350	50																	2	2	3	2	3	2														4	1	4
160+350	160+400	50																		2	3	1																4	1	4
160+400	160+450	50															2	3	1	1	2	3	3	3	4												4	1	4	
160+450	160+500	50															3	3	1																			4	1	4
160+500	160+550	50																					2	3	2													4	1	4
160+550	160+600	50															3	3	1				3	2	1												4	1	4	
160+600	160+650	50																																				4	1	4
160+650	160+700	50	3	2	1												2	3	1	2	2	3																4	1	4
160+700	160+750	50				2	2	4									2	3	4																			4	1	4
160+750	160+800	50																		1	2	2	2	3	1													4	1	4
160+800	160+850	50															2	3	1																			4	1	4
160+850	160+900	50																					2	3	1												4	1	4	
160+900	160+950	50																				1	2	3	1	3	1										4	2	4	
160+950	161+000	50																				1	2	3													4	2	4	

FRECUENCIA (F)	
(Extensión / Ocurrencia)	
0 = NO SE OBSERVA	
1 = ESCASA (0 - 10%)	10%
2 = INTERMEDIA (10 - 30%)	30%
3 = FRECUENTE (30 - 70%)	70%
4 = EXTENSIVA (70 - 100%)	100%
MAGNITUD (M)	
(Severidad de Falla)	
1 = LEVE	
2 = MODERADO	
3 = SEVERO	
LOCALIZACION (L)	
(Ubicación)	
1 = CARRIL IZQUIERDO	
2 = CARRIL DERECHO	
3 = EJE DE PISTA	
4 = AMBOS CARRILES	
5 = BORDES DE LA CARPETA	

PORCENTAJE DEL AREA AFECTADA EN EL KILOMETRO

160+000	161+000	1000	9%	4%	0%	--	0%	6%	12%	2%	16%	--	--	0%	0%	0%	--	--
---------	---------	------	----	----	----	----	----	----	-----	----	-----	----	----	----	----	----	----	----

NOTA: EN LA FALLA PULIMENTO (PULI) SE CONSIDERO EL DESGASTE SUPERFICIAL QUE ORIGINA EL DESCUBRIMIENTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO

Cuadro A.2: EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
 Tomo-VI, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice A

ZONA: CARRETERA CENTRAL (ZONA 1)
 TRAMO: SAN MATEO - LA OROYA (TRAMO III)

ANCHO DEL PAVIMENTO : 7.2 m

Del Km 161+000 al Km 162+000

CODIGOS DE VALORACIÓN

PROGRESIVA (Km)		L (m)	1. FALLAS Y DEGRADACIONES																																		
Inicial	Final		1. DEFORMACIONES						2. FISURAMIENTOS						3. DISGREGACIONES																						
			1.AHLL		2.HUND		3.DESP		4.DESL		5.ONDU		1.P/C		2.BLOQ		3.LONG		4.TRSV		5.REFL		6.ARCO		1.PELA		2.N/G		3.BACH		4.INDE		5.PULI				
F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L		
161+000	161+050	50													3	3	1																		4	2	4
161+050	161+100	50																2	3	2	2	3	1												4	2	4
161+100	161+150	50																2	3	3															4	2	4
161+150	161+200	50																2	3	1															4	2	4
161+200	161+250	50																3	3	1	3	3	4												4	2	4
161+250	161+300	50																2	3	1															4	1	4
161+300	161+350	50																																	4	1	4
161+350	161+400	50																																	4	1	4
161+400	161+450	50													3	3	1	2	3	1														4	2	4	
161+450	161+500	50																																	4	1	4
161+500	161+550	50	3	2	1													3	3	3														4	1	4	
161+550	161+600	50																3	3	3														4	1	4	
161+600	161+650	50																3	3	3														4	1	4	
161+650	161+700	50	3	2	1													3	3	3														4	1	4	
161+700	161+750	50	3	3	1													3	3	3														4	1	4	
161+750	161+800	50	3	2	1													3	3	3														4	1	4	
161+800	161+850	50																2	3	3	1	3	1											4	1	4	
161+850	161+900	50	3	2	1													3	3	3														4	1	4	
161+900	161+950	50																4	3	3														4	1	4	
161+950	162+000	50																3	3	3														4	1	4	

FRECUENCIA (F)	
(Extensión / Ocurrencia)	
0 = NO SE OBSERVA	
1 = ESCASA (0 - 10%)	10%
2 = INTERMEDIA (10 - 30%)	30%
3 = FRECUENTE (30 - 70%)	70%
4 = EXTENSIVA (70 - 100%)	100%
MAGNITUD (M)	
(Severidad de Falla)	
1 = LEVE	
2 = MODERADO	
3 = SEVERO	
LOCALIZACIÓN (L)	
(Ubicación)	
1 = CARRIL IZQUIERDO	
2 = CARRIL DERECHO	
3 = EJE DE PISTA	
4 = AMBOS CARRILES	
5 = BORDES DE LA CARPETA	

PORCENTAJE DEL AREA AFECTADA EN EL KILOMETRO

161+000	162+000	1000	9%	2%	0%	--	0%	2%	3%	10%	6%	--	--	0%	0%	0%	--	--
---------	---------	------	----	----	----	----	----	----	----	-----	----	----	----	----	----	----	----	----

NOTA: EN LA FALLA PULIMENTO (PULI) SE CONSIDERO EL DESGASTE SUPERFICIAL QUE ORIGINA EL DESCUBRIMIENTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO

Cuadro A.2: EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO
 Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
 Tomo-VI, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice A

ZONA: CARRETERA CENTRAL (ZONA 1)
 TRAMO: SAN MATEO - LA OROYA (TRAMO III)

ANCHO DEL PAVIMENTO : 7.2 m

Del Km 162+000 al Km 163+000

CODIGOS DE VALORACIÓN

PROGRESIVA (Km)		L (m)	1. FALLAS Y DEGRADACIONES																																					
Inicial	Final		1. DEFORMACIONES												2. FISURAMENTOS						3. DISGREGACIONES																			
			1.AHL			2.HUND			3.DESP			4.DESL			5.ONDU			1.P/C		2.BLOQ		3.LONG		4.TRSV		5.REFL		6.ARCO		1.PELA		2.N/G		3.BACH		4.INDE		5.PULI		
F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L		
162+000	162+050	50																2	3	3																		4	1	4
162+050	162+100	50																3	2	3																		4	1	4
162+100	162+150	50																3	3	3	2	3	4															4	1	4
162+150	162+200	50																3	3	4	3	3	3	3	3	1											4	2	4	
162+200	162+250	50	3	2	1													3	3	3	3	3	4														4	2	4	
162+250	162+300	50	3	2	1													2	2	3																		4	1	4
162+300	162+350	50																2	2	3																		4	1	4
162+350	162+400	50																2	3	3																		4	1	4
162+400	162+450	50	3	2	1													2	3	3																		4	2	4
162+450	162+500	50	3	2	1																																	4	2	4
162+500	162+550	50	3	2	1																																	4	2	4
162+550	162+600	50	3	2	1																																	4	1	4
162+600	162+650	50	3	2	1																																	4	1	4
162+650	162+700	50	3	2	1																																	4	1	4
162+700	162+750	50	3	2	1																																	4	1	4
162+750	162+800	50	3	2	1																																	4	1	4
162+800	162+850	50	3	2	1																																	4	1	4
162+850	162+900	50	3	3	1																																	4	1	4
162+900	162+950	50	3	3	1																																	4	1	4
162+950	163+000	50	3	3	1													2	3	2	2	2	3														4	1	4	

<u>FRECUENCIA (F)</u>	
(Extensión / Ocurrencia)	
0 = NO SE OBSERVA	
1 = ESCASA (0 - 10%)	10%
2 = INTERMEDIA (10 - 30%)	30%
3 = FRECUENTE (30 - 70%)	70%
4 = EXTENSIVA (70 - 100%)	100%
<u>MAGNITUD (M)</u>	
(Severidad de Falla)	
1 = LEVE	
2 = MODERADO	
3 = SEVERO	
<u>LOCALIZACION (L)</u>	
(Ubicación)	
1 = CARRIL IZQUIERDO	
2 = CARRIL DERECHO	
3 = EJE DE PISTA	
4 = AMBOS CARRILES	
5 = BORDES DE LA CARPETA	

PORCENTAJE DEL AREA AFECTADA EN EL KILOMETRO

162+000	163+000	1000	25%	0%	0%	--	0%	2%	4%	5%	7%	--	--	0%	0%	0%	--	--
---------	---------	------	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

NOTA: EN LA FALLA PULIMENTO (PULI) SE CONSIDERO EL DESGASTE SUPERFICIAL QUE ORIGINA EL DESCUBRIMIENTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO

Cuadro A.2: EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Tomo-VI, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice A

ZONA: CARRETERA CENTRAL (ZONA 1)
RAMO: SAN MATEO - LA OROYA (TRAMO III)

ANCHO DEL PAVIMENTO : 7.2 m

Del Km 163+000 al Km 164+000

CODIGOS DE VALORACIÓN

PROGRESIVA (Km)		L (m)	1. FALLAS Y DEGRADACIONES																																																		
			1. DEFORMACIONES									2. FISURAMIENTOS									3. DISGREGACIONES																																
			1.AHLL			2.HUND			3.DESP			4.DESL			5.ONDU			1.P/C			2.BLOQ			3.LONG			4.TRSV			5.REFL			6.ARCO			1.PELA			2.N/G			3.BACH			4.INDE			5.PULI					
Inicial	Final		F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L															
63+000	163+050	50	3	2	1																																									4	1	4					
63+050	163+100	50	3	2	1																																												4	1	4		
63+100	163+150	50	3	2	1																				2	2	3																					4	1	4			
63+150	163+200	50	3	2	1																																												4	1	4		
63+200	163+250	50	3	2	1																																													4	1	4	
63+250	163+300	50																																																	4	1	4
63+300	163+350	50	3	3	1				2	2	1																																							4	1	4	
63+350	163+400	50	3	3	1				2	2	1																																								4	1	4
63+400	163+450	50	3	3	1				2	2	1																																								4	1	4
63+450	163+500	50	3	3	1				2	2	1																																								4	2	4
63+500	163+550	50	3	3	1																																														4	2	4
63+550	163+600	50	3	3	1																																														4	2	4
63+600	163+650	50	3	2	1	2	1	4																																										4	1	4	
63+650	163+700	50	3	2	1																																														4	1	4
63+700	163+750	50	3	2	1																																														4	1	4
63+750	163+800	50	3	2	1																																														4	1	4
63+800	163+850	50	3	3	1																																														4	1	4
63+850	163+900	50	3	3	1																																														4	1	4
63+900	163+950	50	3	3	1																																														4	1	4
63+950	164+000	50	3	2	1																																													4	1	4	

FRECUENCIA (F)	
(Extensión / Ocurrencia)	
0 = NO SE OBSERVA	
1 = ESCASA (0 - 10%)	10%
2 = INTERMEDIA (10 - 30%)	30%
3 = FRECUENTE (30 - 70%)	70%
4 = EXTENSIVA (70 - 100%)	100%
MAGNITUD (M)	
(Severidad de Falla)	
1 = LEVE	
2 = MODERADO	
3 = SEVERO	
LOCALIZACION (L)	
(Ubicación)	
1 = CARRIL IZQUIERDO	
2 = CARRIL DERECHO	
3 = EJE DE PISTA	
4 = AMBOS CARRILES	
5 = BORDES DE LA CARPETA	

PORCENTAJE DEL AREA AFECTADA EN EL KILOMETRO

63+000	164+000	1000	33%	2%	3%	--	0%	0%	0%	3%	6%	--	--	0%	0%	0%	--	--
--------	---------	------	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

NOTA: EN LA FALLA PULIMENTO (PULI) SE CONSIDERO EL DESGASTE SUPERFICIAL QUE ORIGINA EL DESCUBRIMIENTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO

Medición de Ahuellamientos

Cuadro A.3: MEDICIÓN DE AHUELLAMIENTOS

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Tomo-VI, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice B

PROGRESIVA Km	AHUELLAMIENTO (mm)				AHUELLAMIENTO PROMEDIO (mm)	
	C.I.		C.D.		C.I.	C.D.
	E	I	I	E		
151+600			6	7		7
151+650	3	7			5	
151+700			4	2		3
151+750	3	5			4	
151+800			7	2		5
151+850	3	3			3	
151+900			5	2		4
151+950	2	3			3	
152+000			1	1		1
152+050	14	5			10	
152+100			5	3		4
152+150	2	5			4	
152+200			1	1		1
152+250	7	3			5	
152+300			1	1		1
152+350	5	4			5	
152+400			1	1		1
152+450	5	2			4	
152+500			1	1		1
152+550	19	5			12	
152+600			3	4		4
152+650	13	5			9	
152+700			4	2		3
152+750	4	5			5	
152+800			3	12		8
152+850	7	7			7	
152+900			2	3		3
152+950	14	5			10	
153+000			8	5		7
153+050	12	14			13	
153+100			12	9		11
153+150	26	25			26	
153+200			4	14		9
153+250	26	17			22	
153+300			4	14		9
153+350	14	8			11	
153+400			2	2		2
153+450	13	11			12	
153+500			1	1		1
153+550	14	12			13	
153+600			3	1		2
153+650	14	11			13	
153+700			2	1		2

Cuadro A.3: MEDICIÓN DE AHUELLAMIENTOS

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Tomo-VI, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice B

PROGRESIVA Km	AHUELLAMIENTO (mm)				AHUELLAMIENTO PROMEDIO (mm)	
	C.I.		C.D.		C.I	C.D.
	E	I	I	E		
153+750	7	9			8	
153+800			5	1		3
153+850	15	14			15	
153+900			2	2		2
153+950	8	12			10	
154+000			2	5		4
154+050	5	3			4	
154+100			3	4		4
154+150	20	10			15	
154+200			4	7		6
154+250	11	6			9	
154+300			2	3		3
154+350	10	7			9	
154+400			7	2		5
154+450	28	16			22	
154+500			6	5		6
154+550	17	17			17	
154+600			5	8		7
154+650	16	17			17	
154+700			5	5		5
154+750	10	7			9	
154+900			4	5		5
154+950	29	14			22	
155+000			4	6		5
155+050	15	14			15	
155+100			9	10		10
155+150	22	19			21	
155+200			7	14		11
155+250	22	14			18	
155+300			3	14		9
155+350	19	22			21	
155+400			3	2		3
155+450	11	10			11	
155+500			4	7		6
155+550	5	10			8	
155+600			6	3		5
155+650	15	14			15	
155+700			2	3		3
155+750	27	13			20	
155+800			11	5		8
155+850	15	15			15	
155+900			3	3		3
155+950	14	7			11	

Cuadro A.3: MEDICIÓN DE AHUELLAMIENTOS

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Tomo-VI, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice B

PROGRESIVA Km	AHUELLAMIENTO (mm)				AHUELLAMIENTO PROMEDIO (mm)	
	C.I.		C.D.		C.I.	C.D.
	E	I	I	E		
156+000			7	3		5
156+050	15	9			12	
156+100			2	2		2
156+150	20	18			19	
156+200			3	26		15
156+250	19	9			14	
156+300			2	24		13
156+350	9	10			10	
156+400			2	3		3
156+450	5	7			6	
156+500			3	3		3
156+550	16	5			11	
156+600			6	2		4
156+650	13	12			13	
156+700			7	1		4
156+750	28	17			23	
156+800			4	2		3
156+850	15	10			13	
156+900			10	3		7
156+950	17	13			15	
157+000			7	10		9
157+050	20	31			26	
157+100			11	5		8
157+150	14	5			10	
157+200			7	10		9
157+250	23	12			18	
157+300			7	10		9
157+350	4	5			5	
157+400			3	9		6
157+450	4	3			4	
157+500			2	3		3
157+550	10	5			8	
157+600			5	9		7
157+650	11	9			10	
157+700			9	10		10
157+750	10	8			9	
157+800			4	9		7
157+850	14	10			12	
157+900			7	4		6
157+950	16	5			11	
158+000			2	10		6
158+050	5	4			5	
158+100			4	2		3

Cuadro A.3: MEDICIÓN DE AHUELLAMIENTOS

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Tomo-VI, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice B

PROGRESIVA Km	AHUELLAMIENTO (mm)				AHUELLAMIENTO PROMEDIO (mm)	
	C.I		C.D.		C.I	C.D.
	E	I	I	E		
158+200			2	1		2
158+250	7	5			6	
158+300			6	2		4
158+350	5	3			4	
158+400			4	6		5
158+450	13	5			9	
158+500			3	3		3
158+550	6	7			7	
158+600			2	2		2
158+650	9	5			7	
158+700			2	5		4
158+750	7	10			9	
158+800			2	14		8
158+850	7	7			7	
158+900			6	10		8
158+950	14	8			11	
159+000			3	14		9
159+050	14	18			16	
159+100			8	10		9
159+150	13	10			12	
159+200			6	10		8
159+250	18	18			18	
159+300			8	7		8
159+350	17	18			18	
159+400			10	5		8
159+450	15	15			15	
159+500			4	5		5
159+550	11	8			10	
159+600			4	5		5
159+650	10	11			11	
159+700			4	11		8
159+750	10	7			9	
159+800			3	5		4
159+850	13	2			8	
159+900			2	3		3
159+950	15	15			15	
160+000			4	10		7
160+050	4	19			12	
160+100			3	14		9
160+150	19	5			12	
160+200			4	8		6
160+250	14	18			16	
160+300			5	6		6

Cuadro A.3: MEDICIÓN DE AHUELLAMIENTOS

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Tomo-VI, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice B

PROGRESIVA Km	AHUELLAMIENTO (mm)				AHUELLAMIENTO PROMEDIO (mm)	
	C.I		C.D.		C.I	C.D.
	E	I	I	E		
160+350	18	4			11	
160+400			2	1		2
160+450	2	10			6	
160+500			3	2		3
160+550	13	4			9	
160+600			6	5		6
160+650	14	7			11	
160+700			1	6		4
160+750	3	5			4	
160+800			2	3		3
160+850	12	5			9	
160+900			2	4		3
160+950	4	3			4	
161+000			4	4		4
161+050	3	5			4	
161+100			4	5		5
161+150	9	4			7	
161+200			4	5		5
161+250	2	4			3	
161+300			2	4		3
161+350	13	4			9	
161+400			2	2		2
161+450	4	7			6	
161+500			2	3		3
161+550	10	5			8	
161+600			1	3		2
161+650	8	8			8	
161+700			4	8		6
161+750	15	10			13	
161+800			3	3		3
161+850	12	6			9	
161+900			3	13		8
161+950	11	5			8	
162+000			2	3		3
162+050	11	6			9	
162+100			5	8		7
162+150	7	9			8	
162+200			4	5		5
162+250	11	5			8	
162+300			5	2		4
162+350	8	4			6	
162+400			5	2		4
162+450	12	6			9	

Cuadro A.3: MEDICIÓN DE AHUELLAMIENTOS

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Tomo-VI, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice B

PROGRESIVA Km	AHUELLAMIENTO (mm)				AHUELLAMIENTO PROMEDIO (mm)	
	C.I		C.D.		C.I	C.D.
	E	I	I	E		
162+500			3	5		4
162+550	17	8			13	
162+600			2	5		4
162+650	16	13			15	
162+700			14	4		9
162+750	19	7			13	
162+800			4	10		7
162+850	14	18			16	
162+900			5	7		6
162+950	18	8			13	
163+000			4	4		4
163+050	13	9			11	
163+100			4	11		8
163+150	23	12			18	
163+200			4	4		4
163+250	10	12			11	
163+300			4	5		5
163+350	18	17			18	
163+400			6	3		5
163+450	10	15			13	
163+500			3	5		4
163+550	14	18			16	
163+600			3	7		5
163+650	20	14			17	
163+700			3	4		4
163+750	15	11			13	
163+800			6	14		10
163+850	14	14			14	
163+900			2	6		4
163+950	23	13			18	
164+000			3	4		4
PROMEDIO TOTAL					12	5

Medición de la Rugosidad

**Cuadro A.4: MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD
BUMP INTEGRATOR**

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Tomo-VI, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice C

N°	Inicio	Final	CARRIL DERECHO				CARRIL IZQUIERDO				PROMEDIO		Observaciones
			C	BI mm/km	IRI m/Km	PSI	C	BI mm/km	IRI m/Km	PSI	IRI m/Km	PSI	
1	151+600	151+700	9.5	950	2.03	3.46	24.5	2450	5.18	1.95	3.60	2.70	Bache
2	151+700	151+800	10	1000	2.10	3.42	9.5	950	2.03	3.46	2.06	3.44	Riel
3	151+800	151+900	9	900	1.96	3.50	13	1300	2.56	3.14	2.26	3.32	Curva a la Izquierda
4	151+900	152+000	10	1000	2.10	3.42	9	900	1.96	3.50	2.03	3.46	
5	152+000	152+100	12	1200	2.40	3.23	10.5	1050	2.17	3.37	2.28	3.30	
6	152+100	152+200	8	800	1.84	3.58	11	1100	2.24	3.33	2.04	3.45	
7	152+200	152+300	11	1100	2.24	3.33	9.5	950	2.03	3.46	2.13	3.39	
8	152+300	152+400	8.5	850	1.90	3.54	10	1000	2.10	3.42	2.00	3.48	
9	152+400	152+500	9.5	950	2.03	3.46	12	1200	2.40	3.23	2.21	3.35	
10	152+500	152+600	12	1200	2.40	3.23	16	1600	3.12	2.84	2.76	3.04	
11	152+600	152+700	11	1100	2.24	3.33	13.5	1350	2.65	3.09	2.44	3.21	Curva a la Derecha, Bache
12	152+700	152+800	9	900	1.96	3.50	21	2100	4.24	2.31	3.10	2.91	
13	152+800	152+900	9	900	1.96	3.50	19	1900	3.76	2.52	2.86	3.01	Curva a la izquierda
14	152+900	153+000	9	900	1.96	3.50	11.5	1150	2.32	3.28	2.14	3.39	
15	153+000	153+100	10.5	1050	2.17	3.37	15	1500	2.92	2.94	2.54	3.16	
16	153+100	153+200	13	1300	2.56	3.14	20.5	2050	4.12	2.37	3.34	2.75	
17	153+200	153+300	15.5	1550	3.02	2.89	16	1600	3.12	2.84	3.07	2.86	
18	153+300	153+400	10	1000	2.10	3.42	15.5	1550	3.02	2.89	2.56	3.15	
19	153+400	153+500	9	900	1.96	3.50	13	1300	2.56	3.14	2.26	3.32	Curva a la Derecha
20	153+500	153+600	10.5	1050	2.17	3.37	19.5	1950	3.88	2.47	3.02	2.92	
21	153+600	153+700	13.5	1350	2.65	3.09	15	1500	2.92	2.94	2.78	3.01	Curva a la Derecha

C : Medición de Campo

BI : Unidades del Bump Integrator

IRI = 5E-07*BI² + 0.0004*BI + 1.1961

PSI = 5/(EXP(IRI/5.5))

**Cuadro A.4: MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD
BUMP INTEGRATOR**

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Tomo-VI, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice C

N°	Inicio	Final	CARRIL DERECHO				CARRIL IZQUIERDO				PROMEDIO		Observaciones
			C	BI mm/km	IRI m/Km	PSI	C	BI mm/km	IRI m/Km	PSI	IRI m/Km	PSI	
22	153+700	153+800	14.5	1450	2.83	2.99	16.5	1650	3.22	2.79	3.02	2.89	Curva a la Izquierda
23	153+800	153+900	10	1000	2.10	3.42	17	1700	3.32	2.73	2.71	3.07	Curva a la Izquierda
24	153+900	154+000	11	1100	2.24	3.33	14	1400	2.74	3.04	2.49	3.18	
25	154+000	154+100	11	1100	2.24	3.33	15.5	1550	3.02	2.89	2.63	3.11	
26	154+100	154+200	12	1200	2.40	3.23	11.5	1150	2.32	3.28	2.36	3.26	Curva a la Derecha , Curva a la Izquierda
27	154+200	154+300	12.5	1250	2.48	3.19	10	1000	2.10	3.42	2.29	3.30	Curva a la Derecha
28	154+300	154+400	14	1400	2.74	3.04	18	1800	3.54	2.63	3.14	2.83	
29	154+400	154+500	10.5	1050	2.17	3.37	20.5	2050	4.12	2.37	3.14	2.87	
30	154+500	154+600	10.5	1050	2.17	3.37	15.5	1550	3.02	2.89	2.59	3.13	
31	154+600	154+700	11	1100	2.24	3.33	13	1300	2.56	3.14	2.40	3.23	Puente
32	154+700	154+800	20	2000	4.00	2.42	22	2200	4.50	2.21	4.25	2.31	Curba a la Derecha
33	154+800	154+900	30.5	3050	7.07	1.38	24.5	2450	5.18	1.95	6.12	1.67	
34	154+900	155+000	10	1000	2.10	3.42	11.5	1150	2.32	3.28	2.21	3.35	Puente, Bache
35	155+000	155+100	19	1900	3.76	2.52	20.5	2050	4.12	2.37	3.94	2.44	
36	155+100	155+200	13	1300	2.56	3.14	15	1500	2.92	2.94	2.74	3.04	
37	155+200	155+300	14	1400	2.74	3.04	21.5	2150	4.37	2.26	3.55	2.65	Curva a la Derecha , Bache
38	155+300	155+400	11.5	1150	2.32	3.28	16.5	1650	3.22	2.79	2.77	3.03	Curva a la Izquierda
39	155+400	155+500	14.5	1450	2.83	2.99	14	1400	2.74	3.04	2.78	3.02	Curva a la Izquierda
40	155+500	155+600	12	1200	2.40	3.23	12	1200	2.40	3.23	2.40	3.23	Fisura
41	155+600	155+700	11	1100	2.24	3.33	16	1600	3.12	2.84	2.68	3.08	Curva a la Derecha
42	155+700	155+800	19	1900	3.76	2.52	15.5	1550	3.02	2.89	3.39	2.71	

C : Medición de Campo

BI : Unidades del Bump Integrator

IRI = 5E-07*BI² + 0.0004*BI + 1.1961

PSI = 5/(EXP(IRI/5.5))

**Cuadro A.4: MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD
BUMP INTEGRATOR**

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Tomo-VI, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice C

N°	Inicio	Final	CARRIL DERECHO				CARRIL IZQUIERDO				PROMEDIO		Observaciones
			C	BI mm/km	IRI m/Km	PSI	C	BI mm/km	IRI m/Km	PSI	IRI m/Km	PSI	
43	155+800	155+900	16.5	1650	3.22	2.79	8.5	850	1.90	3.54	2.56	3.16	
44	155+900	156+000	16	1600	3.12	2.84	10	1000	2.10	3.42	2.61	3.13	
45	156+000	156+100	9.5	950	2.03	3.46	11.5	1150	2.32	3.28	2.17	3.37	Bache
46	156+100	156+200	25.5	2550	5.47	1.85	9.5	950	2.03	3.46	3.75	2.65	Fisura
47	156+200	156+300	43	4300	12.16	0.55	9.5	950	2.03	3.46	7.09	2.00	Bache
48	156+300	156+400	19	1900	3.76	2.52	7.5	750	1.78	3.62	2.77	3.07	Fisura
49	156+400	156+500	29	2900	6.56	1.52	9	900	1.96	3.50	4.26	2.51	
50	156+500	156+600	9	900	1.96	3.50	13	1300	2.56	3.14	2.26	3.32	
51	156+600	156+700	8	800	1.84	3.58	11	1100	2.24	3.33	2.04	3.45	
52	156+700	156+800	9.5	950	2.03	3.46	9.5	950	2.03	3.46	2.03	3.46	
53	156+800	156+900	7	700	1.72	3.66	8.5	850	1.90	3.54	1.81	3.60	
54	156+900	157+000	12	1200	2.40	3.23	10.5	1050	2.17	3.37	2.28	3.30	
55	157+000	157+100	17	1700	3.32	2.73	12	1200	2.40	3.23	2.86	2.98	
56	157+100	157+200	18.5	1850	3.65	2.58	23	2300	4.76	2.10	4.20	2.34	
57	157+200	157+300	12.5	1250	2.48	3.19	22	2200	4.50	2.21	3.49	2.70	
58	157+300	157+400	8	800	1.84	3.58	14	1400	2.74	3.04	2.29	3.31	Fisura
59	157+400	157+500	13.5	1350	2.65	3.09	24.5	2450	5.18	1.95	3.91	2.52	Fisura
60	157+500	157+600	12.5	1250	2.48	3.19	7	700	1.72	3.66	2.10	3.42	Fisura
61	157+600	157+700	8	800	1.84	3.58	5.5	550	1.57	3.76	1.70	3.67	
62	157+700	157+800	6.5	650	1.67	3.69	7.5	750	1.78	3.62	1.72	3.66	Bache
63	157+800	157+900	14	1400	2.74	3.04	7.5	750	1.78	3.62	2.26	3.33	Riel

C : Medición de Campo

BI : Unidades del Bump Integrator

$IRI = 5E-07*BI^2 + 0.0004*BI + 1.1961$

$PSI = 5/(EXP(IRI/5.5))$

**Cuadro A.4: MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD
BUMP INTEGRATOR**

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Tomo-VI, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice C

N°	Inicio	Final	CARRIL DERECHO				CARRIL IZQUIERDO				PROMEDIO		Observaciones
			C	BI mm/km	IRI m/Km	PSI	C	BI mm/km	IRI m/Km	PSI	IRI m/Km	PSI	
64	157+900	158+000	19	1900	3.76	2.52	22	2200	4.50	2.21	4.13	2.37	
65	158+000	158+100	13	1300	2.56	3.14	10.5	1050	2.17	3.37	2.36	3.26	Puente, Riel
66	158+100	158+200	18	1800	3.54	2.63	20	2000	4.00	2.42	3.77	2.52	
67	158+200	158+300	8.5	850	1.90	3.54	13	1300	2.56	3.14	2.23	3.34	Puente
68	158+300	158+400	8.5	850	1.90	3.54	11.5	1150	2.32	3.28	2.11	3.41	
69	158+400	158+500	7	700	1.72	3.66	16	1600	3.12	2.84	2.42	3.25	
70	158+500	158+600	11.5	1150	2.32	3.28	7	700	1.72	3.66	2.02	3.47	Fisura
71	158+600	158+700	7	700	1.72	3.66	7	700	1.72	3.66	1.72	3.66	
72	158+700	158+800	13	1300	2.56	3.14	7.5	750	1.78	3.62	2.17	3.38	
73	158+800	158+900	7.5	750	1.78	3.62	12.5	1250	2.48	3.19	2.13	3.40	
74	158+900	159+000	9	900	1.96	3.50	14.5	1450	2.83	2.99	2.39	3.25	
75	159+000	159+100	10	1000	2.10	3.42	15	1500	2.92	2.94	2.51	3.18	
76	159+100	159+200	11.5	1150	2.32	3.28	14	1400	2.74	3.04	2.53	3.16	
77	159+200	159+300	8	800	1.84	3.58	10	1000	2.10	3.42	1.97	3.50	
78	159+300	159+400	11	1100	2.24	3.33	8.5	850	1.90	3.54	2.07	3.43	
79	159+400	159+500	9	900	1.96	3.50	12.5	1250	2.48	3.19	2.22	3.34	Bache
80	159+500	159+600	13.5	1350	2.65	3.09	10	1000	2.10	3.42	2.37	3.25	
81	159+600	159+700	12.5	1250	2.48	3.19	13	1300	2.56	3.14	2.52	3.16	Bache
82	159+700	159+800	19	1900	3.76	2.52	18.5	1850	3.65	2.58	3.70	2.55	Bache
83	159+800	159+900	10	1000	2.10	3.42	8	800	1.84	3.58	1.97	3.50	Bache
84	159+900	160+000	8.5	850	1.90	3.54	5.5	550	1.57	3.76	1.73	3.65	

C : Medición de Campo

BI : Unidades del Bump Integrator

IRI = 5E-07*BI² + 0.0004*BI + 1.1961

PSI = 5/(EXP(IRI/5.5))

**Cuadro A.4: MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD
BUMP INTEGRATOR**

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Tomo-VI, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice C

N°	Inicio	Final	CARRIL DERECHO				CARRIL IZQUIERDO				PROMEDIO		Observaciones
			C	BI mm/km	IRI m/Km	PSI	C	BI mm/km	IRI m/Km	PSI	IRI m/Km	PSI	
85	160+000	160+100	7	700	1.72	3.66	13.5	1350	2.65	3.09	2.18	3.37	
86	160+100	160+200	17.5	1750	3.43	2.68	16.5	1650	3.22	2.79	3.32	2.73	
87	160+200	160+300	12	1200	2.40	3.23	13.5	1350	2.65	3.09	2.52	3.16	
88	160+300	160+400	8	800	1.84	3.58	13.5	1350	2.65	3.09	2.24	3.34	
89	160+400	160+500	6.5	650	1.67	3.69	12	1200	2.40	3.23	2.03	3.46	
90	160+500	160+600	7.5	750	1.78	3.62	11.5	1150	2.32	3.28	2.05	3.45	
91	160+600	160+700	6.5	650	1.67	3.69	9.5	950	2.03	3.46	1.85	3.58	Bache
92	160+700	160+800	10.5	1050	2.17	3.37	10	1000	2.10	3.42	2.13	3.39	
93	160+800	160+900	9.5	950	2.03	3.46	13	1300	2.56	3.14	2.29	3.30	
94	160+900	161+000	11	1100	2.24	3.33	10.5	1050	2.17	3.37	2.20	3.35	Curva a la Derecha
95	161+000	161+100	8	800	1.84	3.58	14	1400	2.74	3.04	2.29	3.31	Curva a la Izquierda
96	161+100	161+200	9.5	950	2.03	3.46	7.5	750	1.78	3.62	1.90	3.54	
97	161+200	161+300	9.5	950	2.03	3.46	9	900	1.96	3.50	1.99	3.48	
98	161+300	161+400	10.5	1050	2.17	3.37	10.5	1050	2.17	3.37	2.17	3.37	
99	161+400	161+500	8.5	850	1.90	3.54	16	1600	3.12	2.84	2.51	3.19	
100	161+500	161+600	8.5	850	1.90	3.54	6	600	1.62	3.73	1.76	3.63	Fisura
101	161+600	161+700	8.5	850	1.90	3.54	7	700	1.72	3.66	1.81	3.60	
102	161+700	161+800	7	700	1.72	3.66	7	700	1.72	3.66	1.72	3.66	
103	161+800	161+900	9.5	950	2.03	3.46	5.5	550	1.57	3.76	1.80	3.61	
104	161+900	162+000	7.5	750	1.78	3.62	6	600	1.62	3.73	1.70	3.67	
105	162+000	162+100	7.5	750	1.78	3.62	7	700	1.72	3.66	1.75	3.64	

C : Medición de Campo

BI : Unidades del Bump Integrator

IRI = 5E-07*BI² + 0.0004*BI + 1.1961

PSI = 5/(EXP(IRI/5.5))

**Cuadro A.4: MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD
BUMP INTEGRATOR**

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Tomo-VI, Anexo C: Estudio de Suelos, Apéndice C

N°	Inicio	Final	CARRIL DERECHO				CARRIL IZQUIERDO				PROMEDIO		Observaciones
			C	BI mm/km	IRI m/Km	PSI	C	BI mm/km	IRI m/Km	PSI	IRI m/Km	PSI	
106	162+100	162+200	7.5	750	1.78	3.62	9.5	950	2.03	3.46	1.90	3.54	Fisura
107	162+200	162+300	18.5	1850	3.65	2.58	10.5	1050	2.17	3.37	2.91	2.97	Curva a la derecha
108	162+300	162+400	13.5	1350	2.65	3.09	10.5	1050	2.17	3.37	2.41	3.23	
109	162+400	162+500	11	1100	2.24	3.33	10	1000	2.10	3.42	2.17	3.37	Curva a la Izquierda
110	162+500	162+600	7	700	1.72	3.66	7.5	750	1.78	3.62	1.75	3.64	Curva a la Derecha
111	162+600	162+700	6.5	650	1.67	3.69	6	600	1.62	3.73	1.64	3.71	
112	162+700	162+800	8	800	1.84	3.58	7	700	1.72	3.66	1.78	3.62	
113	162+800	162+900	9.5	950	2.03	3.46	10	1000	2.10	3.42	2.06	3.44	
114	162+900	163+000	7	700	1.72	3.66	9	900	1.96	3.50	1.84	3.58	
115	163+000	163+100	6.5	650	1.67	3.69	7.5	750	1.78	3.62	1.72	3.66	
116	163+100	163+200	6.5	650	1.67	3.69	9.5	950	2.03	3.46	1.85	3.58	
117	163+200	163+300	9	900	1.96	3.50	9	900	1.96	3.50	1.96	3.50	
118	163+300	163+400	7.5	750	1.78	3.62	7	700	1.72	3.66	1.75	3.64	
119	163+400	163+500	11.5	1150	2.32	3.28	10	1000	2.10	3.42	2.21	3.35	
120	163+500	163+600	7	700	1.72	3.66	8	800	1.84	3.58	1.78	3.62	
121	163+600	163+700	13	1300	2.56	3.14	11	1100	2.24	3.33	2.40	3.23	
122	163+700	163+800	9	900	1.96	3.50	10	1000	2.10	3.42	2.03	3.46	Bache
123	163+800	163+900	6	600	1.62	3.73	7.5	750	1.78	3.62	1.70	3.67	
124	163+900	164+000	6.5	650	1.67	3.69	8.5	850	1.90	3.54	1.78	3.62	

C : Medición de Campo

BI : Unidades del Bump Integrator

$IRI = 5E-07*BI^2 + 0.0004*BI + 1.1961$

$PSI = 5/(EXP(IRI/5.5))$

EVALUACIÓN EN **LABORATORIO**

Tabla A.1

Tabla A.1: REQUERIMIENTOS PARA EMULSIONES ASFÁLTICAS CATIONICAS DE ROTURA LENTA (SLOW - SETTING)

Fuente: ASTM 2397

Type	Rapid-Setting				Medium-Setting				Slow-Setting				Quick Setting	
	CRS-1		CRS-2		CMS-2		CMS-2h		CSS-1		CSS-1h		CQS-1H	
Grade	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Test on emulsions:														
Viscosity, Saybolt Furol at 25°C SFs									20	100	20	100	20	100
Viscosity, Saybolt Furol at 50°C SFs	20	100	100	400	50	450	50	450						
Storage stability test, 24-h, % ^A		1		1		1		1		1		1		
Demulsibility, 35 mL, 0.8 % Octyl sodium sulfosuccinate, %	40	—	40	—										
Coating ability and water resistance:														
Coating, dry aggregate					good		good							
Coating, after spraying					fair		fair							
Coating, wet aggregate					fair		fair							
Coating, after spraying					fair		fair							
Particle charge test	positive		positive		positive		positive		positive		positive		positive	
Steve test, % ^A		0.10		0.10		0.10		0.10		0.10		0.10		0.10
Cement mixing test, %										2.0		2.0		N/A
Distillation:														
Oil distillate, by volume of emulsion, %		3		3		12		12						
Residue, %	60		65		65		65		57		57		57	
Tests on residue from distillation test:														
Penetration, 25°C, 100 g, 5 s	100	250	100	250	100	250	40	90	100	250	40	90	40	90
Ductility, 25°C, 5 cm/min, cm	40		40		40		40		40		40		40	
Solubility in trichloroethylene, %	97.5		97.5		97.5		97.5		97.5		97.5		97.5	

D 2397

Tabla A.2

Tabla A.2: ESPECIFICACIONES PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS CON CAL

ESPECIFICACIONES PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS CON CAL	
NORMA AASHTO : M-303-89	
1	ALCANCES
1.1	Esta especificación abarca dos tipos de cal que pueden ser usadas para la reducción la susceptibilidad al agua, en las mezclas asfálticas.
1.1.1.	Tipo I Cal Hidratada de alta calidad con un máximo contenido de magnesio calculado como óxido de magnesio de 4% por peso, la composición química, será de acuerdo según método AASTHO T-219. (Ver nota 1).
1.1.2	Tipo II Magnesio o cal dolomítica contenido magnesio, calculado como óxido de magnesio tan grande como el 4% pero no más del 36% de la masa. Acoplado con una composición química de la caliza, cal viva y cal hidratada).(Ver nota 2).
1.2	Los valores establecidos en unidades de sistema SI serán considerados como las estándar.
	Nota 1:El contenido de óxido de magnesio debe ser revisado según las especificaciones ASTM C-25.
	Nota 2:Exceptuando aquello de la sección 2 "Muestras para análisis" está excluida.
2	LIMITES QUÍMICOS
2.1	Cal de tipo I y II, cuando el muestreo y pruebas se realicen con los procedimientos prescritos aquí, se conformarán a los siguientes requisitos (ver las tablas establecidas "Requerimientos para cal de Tipos I y II).
2.2	La cal tipo II cuando ha sido probada con la norma ASTM C-25 se cumplirá a los siguientes requerimientos (ver la tabla titulada "Cal tipo II").
3	REQUERIMIENTOS FISICOS
3.1	Cal tipo I y II.- Los tamices de las partículas cumplirá los siguientes requerimientos cuando las pruebas se efectúen de acuerdo a las normas AASTHO T-219:
	-Máximo residuo retenido en la malla de 600 µm(Nº 30) de calibre, con un porcentaje por peso de 3%.
	-Máximo residuo retenido en la malla de 75 µm(Nº 200) de calibres, con un porcentaje por masa de 20%.
4	MARCADO Y EMPAQUETADO (EMBALAJE)
	Cuando la cal es repartida colocada en bolsas, el nombre, la marca de la manufactura y el tipo serán plenamente identificados. Un saco(bolsa) deberá contener una masa nominal de 25 Kg. (aprox.50 libras) y todos los sacos deberán estar en buenas condiciones en el momento de la inspección. Cuando la cal es repartida en volumen (a granel), la información deberá referirse al tipo y fabricante y deberá estar incluida en el documento que acompaña al embarque.
	REQUERIMIENTOS PARA CAL TIPOS I Y II
	CAL TIPO I
	Contenido mínimo de cal activa, porcentaje por peso 90%
	(porcentaje por peso de Ca(OH) ₂ +Porcentaje por peso de Ca(O))

Tabla A.2: ESPECIFICACIONES PARA MEZCLAS ASFÁLTICAS CON CAL

<p>Nota: No más del 7% de masa de óxido de calcio (cal no hidratada), será tolerado en la determinación del contenido total de cal activa.</p>	
▪ Máximo contenido de cal no hidratada, porcentaje por peso de Cao	7%
▪ Máximo contenido libre de agua, porcentaje por masa de H ₂ O	3%
▪ Mínimo contenido de cal no hidratada, porcentaje por masa de Cao	---
<p>CAL TIPO II</p>	
Contenido por residuo de óxido de calcio y magnesio, porcentaje mínimo :	96%
▪ Máximo porcentaje de dióxido de carbono (como receptor básico):	4%
▪ Máximo porcentaje de óxido de calcio no hidratado (como receptor básico):	7%
▪ Máximo porcentaje de contenido libre de agua:	----
▪ Máximo porcentaje de pérdida por ignición:	----
<p>Nota 3: La constante por ignición debe ser ejecuta (trabajada) utilizando un horno eléctrico con silenciados operando entre 1,000 a 1,800° a 2000° F</p>	
<p>5 INSPECCIÓN</p>	
<p>Se facilitará y se tomarán las previsiones y cuidados con las muestras en la inspección de la cal, tanto en la operación en la planta o en el sitio mismo del trabajo. Debe ser hecho específicamente por el comprador.</p>	
<p>6 RECHAZO</p>	
6.1	La cal será rechazada si las metas y los requerimientos de las especificaciones no se han satisfecho.
6.2	En el caso de que el saco de cal ó los sacos verían tanto ó más de un 5% de las especificaciones de masa, debe ser vueltos a procesar. Si el promedio de masa de los sacos, en algún embarque, donde se hayan tomado muestras en 50 sacos son menores a lo que indica las especificaciones, el cargamento completo del embarque debe ser devuelto y reprocesado.
<p>7 MÉTODO DE MUESTREO Y PRUEBAS:</p>	
<p>El muestreo y las pruebas de la cal deben estar con los siguientes métodos estándar de AASTHO o ASTM :</p>	
Muestreo	AASTHO T-218
Análisi químico para cal tipo I	AASTHO T-219
Análisis químico cal tipo II	AASTHO C-25
Requerimientos físicos	Cantidad de cal requerida para una correcta apreciación de agua que pueden ser determinadas de los resultados obtenidos con las pruebas t-165 ó T283

Agregados de Aportación

**Cuadro A.5: RESISTENCIA AL DESGASTE DEL AGREGADO GRUESO
NTP 400.019 (02)**

PROYECTO : Tesis Criterios de Evaluación Para Reciclado de Mezclas Asfálticas
Aplicación a la carretera San Mateo - La Oroya. Tramo III
SOLICITADO : Bach. Nancy Mariela Tafur Garro
UBICACIÓN : Cantera Cut - Off
MUESTRA : Agregado Grueso (Piedra 3/4"), Tamizada por la Malla 3/4"

GRADO : "B" (11 Esferas)

MALLAS		PESOS POR TAMAÑOS (gr)	
PASA (%)	RET (%)	ESPECIFICADOS	ENSAYADOS
3/4"	- 1/2"	2,500.0	2,501.5
1/2"	- 3/8"	2,500.0	2,502.6

CÁLCULOS DE ENSAYO	
- PESO TOTAL DEL MATERIAL (gr)	5,004.1
- PESO DEL MAT. RETENIDO EN MALLA N° 12 (gr)	4,030.7
- PESO DEL MAT. PASANTE LA MALLA N° 12 (gr)	973.4
- PORCENTAJE DE DESGASTE (%)	19.5

RESULTADOS DE ENSAYO	
RESISTENCIA AL DESGASTE POR MÁQUINA DE LOS ÁNGELES :	19.5 %

Cuadro A.6: DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS POR MEDIO DE Mg₂SO₄
NTP 400.016 (99)

Agregado Grueso (Piedra 3/4"), Tamizada por la Malla 3/4"

ABERTURA MALLA CUADRADA		N° DE RECIPIENTE	PESOS EN EL ENSAYO (gr)		% DE PÉRDIDA (C) [(A-B)*100/A]	ESCALONADO ORIGINAL (D)	% DE PÉRDIDA CORREGIDA [C*D/100]
PASA (%)	RETIENE (%)		ANTES (A)	DESPUES (B)			
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"	Z-2	509.6	485.3	4.77	89.0	4.24
3/4"	1/2"	G	664.3	650.9	2.02	11.0	0.22
1/2"	3/8"						
3/8"	N° 4						
TOTAL :						100.0	4.46

Agregado Grueso (Piedra 3/4"), Tamizada por la Malla 1/2"

ABERTURA MALLA CUADRADA		N° DE RECIPIENTE	PESOS EN EL ENSAYO (gr)		% DE PÉRDIDA (C) [(A-B)*100/A]	ESCALONADO ORIGINAL (D)	% DE PÉRDIDA CORREGIDA [C*D/100]
PASA (%)	RETIENE (%)		ANTES (A)	DESPUES (B)			
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	K-4	676.6	647.6	4.29	69.0	2.96
1/2"	3/8"	Z-4	329.1	316.6	3.80	28.0	1.06
3/8"	N° 4						
TOTAL :						97.0	4.02

**Cuadro A.6: DURABILIDAD DE LOS AGREGADOS POR MEDIO DE Mg₂SO₄
NTP 400.016 (99)**

Agregado Grueso (Piedra 3/4"), Tamizada por la Malla 1/4"

ABERTURA MALLA CUADRADA		N° DE RECIPIENTE	PESOS EN EL ENSAYO (gr)		% DE PÉRDIDA (C) [(A-B)*100/A]	ESCALONADO ORIGINAL (D)	% DE PÉRDIDA CORREGIDA [C*D/100]
PASA (%)	RETIENE (%)		ANTES (A)	DESPUES (B)			
2"	1 1/2"						
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	1/2"						
1/2"	3/8"						
3/8"	N° 4	F-16	298.8	277.3	7.2	86.0	6.19
					TOTAL :	86.0	6.19

Agregado Fino Arena 1/4"

ABERTURA MALLA CUADRADA		N° DE RECIPIENTE	PESOS EN EL ENSAYO (gr)		% DE PÉRDIDA (C) [(A-B)*100/A]	ESCALONADO ORIGINAL (D)	% DE PÉRDIDA CORREGIDA [C*D/100]
PASA (%)	RETIENE (%)		ANTES (A)	DESPUES (B)			
3/8"	N° 4						
N° 4	N° 8	K-6	100.0	86.7	13.3	24.0	3.19
N° 8	N° 16	A-9	100.0	90.5	9.5	23.0	2.19
N° 16	N° 30	B-38	100.0	90.8	9.2	15.0	1.38
N° 30	N° 50	72	100.0	91.1	8.9	11.0	0.98
					TOTAL :	73.0	7.74

**Cuadro A.7: % DE CHATAS Y ALARGADAS
NTP 400.040(99)**

PROYECTO : Tesis Criterios de Evaluación Para Reciclado de Mezclas Asfálticas.

TRAMO : Tramo III. Carretera San Mateo - La Oroya.

SOLICITADO: Bach. Nancy Mariela Tafur Garro

UBICACIÓN : Cantera Cut - Off

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Agregado Grueso (Piedra 3/4"), Tamizada por la Malla 3/4"					
	ABERTURA (mm)	% RETENIDO SEGÚN GRANULOMETRIA INICIAL	% RETENIDO CORREGIDO AL 100%	PESO RETENIDO EN MALLAS	PESO DE CHATAS Y ALARGADAS	% DE CHATAS Y ALARGADAS CON RESPECTO AL PESO RETENIDO	% RETENIDO CORREGIDO DE CHATAS Y ALARGADAS
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050	89	89	1503.3	67.3	4.5	4.0
1/2"	12.700	11	11	1200.7	35.6	3.0	0.3
3/8"	9.525						
		100	100				4.3

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Agregado Grueso (Piedra 3/4"), Tamizada por la Malla 1/2"					
	ABERTURA (mm)	% RETENIDO SEGÚN GRANULOMETRIA INICIAL	% RETENIDO CORREGIDO AL 100%	PESO RETENIDO EN MALLAS	PESO DE CHATAS Y ALARGADAS	% DE CHATAS Y ALARGADAS CON RESPECTO AL PESO RETENIDO	% RETENIDO CORREGIDO DE CHATAS Y ALARGADAS
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700	69	69	1202.3	76.2	6.3	4.4
3/8"	9.525	28	28	301.1	44.8	14.9	4.2
		100	100				8.5

**Cuadro A.8: % DE CARAS DE FRACTURA
ASTM D-5821 (95)**

PROYECTO : Tesis Criterios de Evaluación Para Reciclado de Mezclas Asfálticas.

TRAMO : Tramo III. Carretera San Mateo - La Oroya.

SOLICITADO: Bach. Nancy Mariela Tafur Garro

UBICACIÓN : Cantera Cut - Off

CON UNA O MÁS CARAS FRACTURADAS

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Agregado Grueso (Piedra 3/4"), Tamizada por la Malla 3/4"					
	ABERTURA (mm)	% RETENIDO SEGÚN GRANULOMETRIA INICIAL	% RETENIDO CORREGIDO AL 100%	PESO RETENIDO EN MALLAS	PESO RETENIDO DE CARAS FRACTURADAS	% DE CARAS DE FRACTURA CON RESPECTO AL PESO RETENIDO	% RETENIDO CORREGIDO DE CARAS DE FRACTURA
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050	89	89	1503.3	1405.1	93.5	83.2
1/2"	12.700	11	11	1200.7	1150.5	95.8	10.5
3/8"	9.525						
		100	100				93.7

CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Agregado Grueso (Piedra 3/4"), Tamizada por la Malla 3/4"					
	ABERTURA (mm)	% RETENIDO SEGÚN GRANULOMETRIA INICIAL	% RETENIDO CORREGIDO AL 100%	PESO RETENIDO EN MALLAS	PESO RETENIDO DE CARAS FRACTURADAS	% DE CARAS DE FRACTURA CON RESPECTO AL PESO RETENIDO	% RETENIDO CORREGIDO DE CARAS DE FRACTURA
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050	89	89	1503.3	1155.5	76.9	68.4
1/2"	12.700	11	11	1200.7	865.8	72.1	7.9
3/8"	9.525						
		100	100				76.3

**Cuadro A.8: % DE CARAS DE FRACTURA
ASTM D-5821 (95)**

PROYECTO : Tesis Criterios de Evaluación Para Reciclado de Mezclas Asfálticas.

TRAMO : Tramo III. Carretera San Mateo - La Oroya.

SOLICITADO: Bach. Nancy Mariela Tafur Garro

UBICACIÓN : Cantera Cut - Off

CON UNA O MÁS CARAS FRACTURADAS

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Agregado Grueso (Piedra 3/4"), Tamizada por la Malla 1/2"					
	ABERTURA (mm)	% RETENIDO SEGÚN GRANULOMETRIA INICIAL	% RETENIDO CORREGIDO AL 100%	PESO RETENIDO EN MALLAS	PESO RETENIDO DE CARAS FRACTURADAS	% DE CARAS DE FRACTURA CON RESPECTO AL PESO RETENIDO	% RETENIDO CORREGIDO DE CARAS DE FRACTURA
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700	69	69	1202.3	1098.7	91.4	63.1
3/8"	9.525	28	28	301.1	252.2	83.8	23.5
		97	97				86.5

CON DOS O MÁS CARAS FRACTURADAS

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	Agregado Grueso (Piedra 3/4"), Tamizada por la Malla 1/2"					
	ABERTURA (mm)	% RETENIDO SEGÚN GRANULOMETRIA INICIAL	% RETENIDO CORREGIDO AL 100%	PESO RETENIDO EN MALLAS	PESO RETENIDO DE CARAS FRACTURADAS	% DE CARAS DE FRACTURA CON RESPECTO AL PESO RETENIDO	% RETENIDO CORREGIDO DE CARAS DE FRACTURA
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700	69	69	1202.3	960.8	79.9	55.1
3/8"	9.525	28	28	301.1	229.6	76.3	21.4
		97	97				76.5

**Cuadro A.9: EQUIVALENTE DE ARENA
NTP 339.146 (00)**

PROYECTO : Tesis Criterios de Evaluación para Reciclado de Mezclas Asfálticas
Aplicación a la carretera San Mateo - la Oroya. Tramo III
SOLICITADO: Bach. Nancy Mariela Tafur Garro
UBICACIÓN : La Oroya
CANTERA : "Cut -Off"

MUESTRA :		AGREGADO FINO ARENA DE 1/4"			
A	HORA DE ENTRADA A SATURACION	10:05	10:07	10:09	10:11
2	SALIDA DE SATURACION : (A + 10')	10:15	10:17	10:19	10:21
B	HORA ENTRADA A DECANTACION	10:16:09	10:18:12	10:20:15	10:22:08
4	SALIDA DE DECANTACION (B + 20')	10:36:09	10:38:12	10:40:15	10:42:08
5	ALTURA MATERIAL FINO (PULG.)	10.57	10.36	11.06	10.17
6	ALTURA ARENA (PULG.)	3.8	3.7	4.0	3.5
7	EQUIV. ARENA (6/5*100)(%)	35.96	35.71	36.17	34.41
8	PROMEDIO DE EQUIV. ARENA (%)	35.56%			

MUESTRA :		AGREGADO FINO ARENA DE 1/4" CON 2% DE CAL			
A	HORA DE ENTRADA A SATURACION	9:58	10:00	10:02	10:04
2	SALIDA DE SATURACION : (A + 10')	10:08	10:10	10:12	10:14
B	HORA ENTRADA A DECANTACION	10:09:19	10:11:06	10:13:05	10:15:02
4	SALIDA DE DECANTACION (B + 20')	10:29:19	10:31:06	10:33:05	10:35:02
5	ALTURA MATERIAL FINO (PULG.)	6.83	6.85	6.88	6.97
6	ALTURA ARENA (PULG.)	3.75	3.65	3.80	3.85
7	EQUIV. ARENA (6/5*100)(%)	54.90	53.28	55.23	55.24
8	PROMEDIO DE EQUIV. ARENA (%)	54.66%			

Prediseños

Cuadro A.10: PESO ESPECÍFICO BULK DEL AGREGADO TOTAL (gr/cm³)

"Prediseños: 1 - 2"

PROPORCIONES DE MEZCLA DE AGREGADOS		P.E. BULK (SECO)		% DE ASFALTO
(1) PIEDRA 3/4"	10.0	2.660	2.645	0.0
(2) PIEDRA 3/8"	20.0	2.649		
(3) ARENA	18.0	2.664		
(5) FILLER	2.0	2.310		
(4) RAP	50.0		2.636	5.6

PROPORCIONES EN LA MEZCLA RESULTANTE	
- AGREGADO GRUESO	44.0
- AGREGADO FINO	54.0
- FILLER	2.0

P.E. DEL ASFALTO	ABSORCIÓN DEL ASFALTO
1.00	0.40

RICE = 2.438

Cuadro A.11: PESOS DE MATERIALES PARA MEZCLA ASFÁLTICA - PREDISEÑO 2

N° DE MALLA	PIEDRA 3/4"		PIEDRA 3/8"		ARENA		RAP		FILLER		MEZCLA RESULTANTE	1160.0 gr
	PARCIAL	ACUMUL.	PARCIAL	ACUMUL.	PARCIAL	ACUMUL.	PARCIAL	ACUMUL.	PARCIAL	ACUMUL.		
RET. 1"												
RET. 3/4"												
RET. 1/2"	6.9 %						4.1 %				11.0 %	127.6 gr
	80.0 gr	80.0 gr					47.6 gr	604.4 gr				
RET. 3/8"	2.8 %						3.7 %				6.5 %	75.4 gr
	32.5 gr	112.5 gr					42.9 gr	647.3 gr				
RET. 1/4"	0.3 %		9.3 %				5.5 %				15.1 %	175.2 gr
	3.5 gr	116.0 gr	107.9 gr	223.9 gr			63.8 gr	711.1 gr				
RET. N°4			7.8 %				3.8 %				11.6 %	134.6 gr
			90.5 gr	314.4 gr			44.1 gr	755.2 gr				
PASA N°4			2.9 %		18.0 %		32.9 %		2.0 %		55.8 %	647.3 gr
			33.6 gr	348.0 gr	208.8 gr	556.8 gr	381.6 gr	1136.8 gr	23.2 gr	1160.0 gr		

Agregados del RAP sin C.A.	580.0 gr					580.0 gr	94.4 %
Agregados del RAP con C.A.	614.4 gr	1171.2 gr	23.2 gr	1194.4 gr		34.4 gr	5.6 %

% total	5.0	100.0	5.5	100.0	6.0	100.0	6.5	100.0	7.0	100.0
% RAP	2.8	50.9	2.8	50.9	2.8	50.9	2.8	50.9	2.8	50.9
% C.A. Aportación	2.2	40.0	2.7	49.1	3.2	58.2	3.7	67.3	4.2	76.4
Peso Agregados (gr)	1160.0	95	1160.0	94.5	1160.0	94	1160.0	93.5	1160.0	93
Peso de C.A. RAP(gr)	34.2	2.8	34.4	2.8	34.6	2.8	34.7	2.8	34.9	2.8
Peso de C.A. Apor(gr)	26.9	2.2	33.1	2.7	39.5	3.2	45.9	3.7	52.4	4.2
Peso Total (gr)	1221.1	100	1227.5	100	1234.0	100	1240.6	100	1247.3	100

1160	95	1160	94.5	1160	94	1160	93.5	1160	93
61.1	5.0	67.5	5.5	74.0	6.0	80.6	6.5	87.3	7.0

Tesis : "CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA RECICLADO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS. APLICACIÓN A LA CARRETERA SAN MATEO – LA OROYA TRAMO III "

Otros



OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N° 630 - 2004 - MTC/14.01

SOLICITANTE	: Bach. Ing. Norma Rocio Mejía Izquierdo.	MUESTRA	: Mezcla Asfáltica
	: Bach. Ing. Ludwig Gustavo Atahualpa Huerta.		: Fresada
DOMICILIO LEGAL	: Cerro Bello F-20 - Urb. San Ignacio de Loyola - Surco.	IDENTIFICACION	: La que se indica*
	: Las Avellanas 181 - Urb. las Violetas - Independencia.		
PROYECTO	: Tesis "Mezclas Bituminosas Recicladadas Tramo San Mateo - La Oroya".	PRESENTACIÓN	: sacos
REFERENCIA	: Solicitud S/N del 24/11/2004	FECHA DE ENSAYO	: 27/12/04
FECHA DE RECEPCIÓN	: 24.11.2004		

**ENSAYO PARA EVALUAR EL EFECTO DEL AGUA SOBRE AGREGADOS CON
RECUBRIMIENTO BITUMINOSO USANDO AGUA EN EBULLICION
ASTM D - 3625 (MTC E 521 - 2000)**

TIPO DE MEZCLA ASFALTICA :

- Piedra Chancada de 3/4" = 30%
- Arena zarandeada = 28%
- Arena Chancada = 20%
- Rap = 20%
- Filler mineral = 2%

TIPO DE ASFALTO :

PEN 120 - 150

C.A. (%)	REVESTIMIENTO (%)	DESPRENDIMIENTO (% RETENIDO)
6.5	100	-95
6	100	-95

Observaciones:

- Muestra de Agregado proporcionado e identificado por el solicitante
- Muestra de Cemento Asfáltico PEN 120-150 proporcionado por la OAT
- (*) Publicado en Standard Specifications for transportation materials an methods of sampling and testing 1995

Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con Normas de Producto ó como Certificado del Sistema de Calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98)



[Signature]
ING. JEFE DE UNIDAD
Lima, 4 de enero del 2005

UMA (22/26)
msp/lca/lgah
O.S. N°604



OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N° 630 - 2004 - MTC/14.01

SOLICITANTE : Bach. Ing. Norma Rocio Mejia Izquierdo. MUESTRA : Mezcla Asfáltica
: Bach. Ing. Ludwig Gustavo Atahualpa Huerta. : Fresada
DOMICILIO LEGAL : Cerro Bello F-20 - Urb. San Ignacio de Loyola - Surco. IDENTIFICACION : La que se indica*
: Las Avellanas 181 - Urb. las Violetas - Independencia.
PROYECTO : Tesis "Mezclas Bituminosas Recicladadas, PRESENTACIÓN : sacos
Tramo San Mateo - La Oroya".
REFERENCIA : Solicitud S/N del 24/11/2004 FECHA DE ENSAYO : 27/12/04
FECHA DE RECEPCIÓN : 24.11.2004

ENSAYO PARA EVALUAR EL EFECTO DEL AGUA SOBRE AGREGADOS CON
RECUBRIMIENTO BITUMINOSO USANDO AGUA EN EBULLICIÓN

ASTM D - 3625(MTC E 521 - 2000)

TIPO DE MEZCLA ASFALTICA :

Piedra Chancada de 3/4" = 28%
Arena zarandeada = 27%
Arena Chancada = 18%
Rap = 25%
Filler mineral = 2%

TIPO DE ASFALTO :

PEN 120 - 150

C.A. (%)	REVESTIMIENTO (%)	DESPRENDIMIENTO (% RETENIDO)
7	100	-95
5	100	-95

Observaciones:

- Muestra de Agregado proporcionado e identificado por el solicitante
- Muestra de Cemento Asfáltico PEN 120-150 proporcionado por la OAT

(* Publicado en Standard Specifications for transportation materials an methods of sampling and testing 1995

Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con Normas de Producto ó como Certificado del Sistema de Calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98)



ING. JEFE DE UNIDAD

Lima, 5 de enero del 2005

UMA (24/26)

msh/lca/lgah

O.S. N°604

251



LABORATORIO



AT

Av. Túpac Amaru N° 1590 - Rimac, Telf : 481 - 3707 Fax : 481 - 0677



OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
SUBDIRECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N° 630 - 2004 - MTC/14.01

SOLICITANTE : Bach. Ing. Norma Rocío Mejía Izquierdo. MUESTRA : Mezcla Asfáltica
: Bach. Ing. Ludwig Gustavo Atahualpa Huerta. : Fresada
DOMICILIO LEGAL : Cerro Bello F-20 - Urb. San Ignacio de Loyola - Surco. IDENTIFICACION : La que se indica*
: Las Avellanas 181 - Urb. las Violetas - Independencia.
PROYECTO : Tesis "Mezclas Bituminosas Recicladas, PRESENTACIÓN : sacos
Tramo San Mateo - La Oroya". FECHA DE ENSAYO : 27/12/04
REFERENCIA : Solicitud S/N del 24/11/2004
FECHA DE RECEPCIÓN : 24.11.2004

ENSAYO PARA EVALUAR EL EFECTO DEL AGUA SOBRE AGREGADOS CON
RECUBRIMIENTO BITUMINOSO USANDO AGUA EN EBULLICIÓN
ASTM D - 3625 (MTC E 521 - 2000)

TIPO DE MEZCLA ASFALTICA :

Piedra Chancada de 3/4" = 20%
Arena zarandeada = 5%
Arena Chancada = 4%
Rap = 70%
Filler mineral = 1%

TIPO DE ASFALTO :

PEN 120 - 150

C.A. (%)	REVESTIMIENTO (%)	DESPRENDIMIENTO (% RETENIDO)
6	100	95
5.5	100	95

Observaciones:

- Muestra de Agregado proporcionado e identificado por el solicitante
 - Muestra de Cemento Asfáltico PEN 120-150 proporcionado por la OAT
 - (*) Publicado en Standard Specifications for transportation materials an methods of sampling and testing 1995
- Este documento no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con Normas de Producto ó como Certificado del Sistema de Calidad de la entidad que la produce (Resolución N° 0002-98/INDECOPI-CRT del 07.01.98)



ING. JEFE DE UNIDAD
Lima, 5 de enero del 2005

UMA (25/26)
msp/lca/lgah
O.S. N°604

252



LABORATORIO



AT

Av. Túpac Amaru N° 1590 - Rimac, Telf : 481 - 3707 Fax : 481 - 0677



ANEXO “B”

PONENCIAS
CONGRESO NACIONAL DEL
ASFALTO

II CONGRESO NACIONAL DEL ASFALTO

1) CRITERIOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN ZONAS DE ALTURA (Pág. 353)

Autor: Pablo del Aguila Rodríguez

Criterios para el Diseño de la Mezcla Asfáltica

El óptimo contenido de cemento asfáltico, se deberá determinar como el promedio de los siguientes parámetros:

- Contenido de asfalto para el Máximo Peso Unitario
- Contenido de asfalto para 2% de vacíos
- Contenido de asfalto para un flujo de 4mm.

2) DISEÑO, COLOCACIÓN Y CONTROL TECNOLÓGICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS CONSTRUIDAS EN LA PUNA (Pág. 185)

Autor: Joaquin R. Colóssio

Luis Paredes H.

Clovis Madruga F.

Exigencias Adicionales

Para mitigar el efecto negativo de las bajas temperaturas y de la mayor radiación ultravioleta se adoptaron las siguientes medidas:

- Disminución del porcentaje de vacíos (2 a 4), dificultando así el ingreso a la carpeta de elementos oxidantes (aire agua).

IV CONGRESO NACIONAL DEL ASFALTO

1) DURABILIDAD DE ASFALTOS Y MEZCLAS ASFÁLTICAS BAJO DISTINTAS CONDICIONES DE SERVICIO (Pág. 13)

Autor: Jorge O. Agnusdei

Recomendaciones Finales para el Diseño de una Mezcla Asfáltica en Climas Fríos o en Altura

- Los vacíos residuales de la mezcla compactada deben tender al valor mínimo especificado, dado que ello contribuye a disminuir la posible alteración del asfalto por oxidación, y a preservar a las mezclas de la acción del agua (agravada por la acción del tránsito) y de los ciclos de helado y deshelado.
- El mayor espesor de la película bituminosa que recubriría a los áridos a raíz de un mayor porcentaje de asfalto junto con el empleo de un ligante de consistencia y susceptibilidad térmica adecuada, incrementara la durabilidad del pavimento.

INSTITUTO MEXICANO

DEL TRANSPORTE

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE
NORMATIVA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE
NORMATIVA: SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, SCT
NORMA N-CMT-4-02-003/04

LIBRO: CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

PARTE 4: MATERIALES PARA PAVIMENTOS.

TÍTULO: MATERIALES PARA SUB BASES Y BASES.

CAPITULO 3: MATERIALES PARA BASES TRATADAS.

Requisitos de granulometría del material pétreo para bases de mezcla asfáltica
 (bases negras)

MALLA		PORCENTAJE QUE PASA
ABERTURA (mm)	DESIGNACIÓN	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]
37.500	1 1/2"	100
25.000	1"	90 - 100
19.000	3/4"	76 - 100
9.500	3/8"	42 - 100
4.750	N° 4	24 - 100
2.000	N° 10	10 - 90
0.850	N° 20	5 - 65
0.425	N° 40	4 - 47
0.250	N° 60	2 - 35
0.150	N° 100	1 - 25
0.075	N° 200	0 - 15

[1] ΣL = Numero de ejes equivalentes acumulados, de 8.2 t, esperando durante la vida útil del pavimento.

Requisitos de calidad para bases de mezcla asfáltica diseñadas mediante el método Marshall

CARACTERÍSTICAS	VALOR
	$\Sigma L \leq 10^6$ [1]
Compactación; número de golpes en cada cara de la probeta	50
Estabilidad; N (lbf), mínimo	4410 (990)
Flujo; mm (10^{-2} in)	2 - 4,5 (8 - 18)
Vacíos en la mezcla asfáltica (VMC); %	3 - 8

[1] ΣL = Numero de ejes equivalentes acumulados, de 8.2 t, esperando durante la vida útil del pavimento.

Vacíos en el agregado mineral (VMA) para bases de mezcla asfáltica diseñadas mediante el método Marshall

TAMAÑO MÁXIMO DEL MATERIAL PETREO UTILIZADO EN LA MEZCLA		VACÍOS EN EL AGREGADO MINERAL (VMA) %. MÍNIMO
mm	DESIGNACIÓN	
4.75	N° 4	18
6.30	1/4"	17
9.50	3/8"	16
12.50	1/2"	15
19.00	3/4"	14
25.00	1"	13
37.50	1 1/2"	12

ANÁLISIS PETROGRÁFICO **DE AGREGADOS DE** **APORTACIÓN**



Lima, 24 de Febrero del 2005.

OFICIO N° 107 **-2005-MTC/14.01**

Señorita:
Bach. Ing. NANCY TAFUR GARRO
Presente.-

ASUNTO : Entrega de Resultados de Ensayos


REF. : Solicitud s/n ((03.12.04)

De mi consideración:

En atención a su solicitud manifiesta en el documento de la referencia, adjunto al presente el Memorándum N° 033-2005-MTC / 14. 01 . SDGEOCD.asrg, y el Informe de Ensayo N° 127-2005-MTC/14.01, con los resultados de los Análisis Petrográficos de Agregados, como parte de los ensayos para la Tesis "Criterios de Evaluación para reciclado de Mezclas Asfálticas Aplicación a la Carretera: San Mateo – La Oroya Tramo III", los que cuentan con Orden de Servicio OAT N° 616-2004-MTC/14.01.

Atentamente,




ING. ABEL RAMOS CUYA
DIRECTOR
OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO

c.c.
SDGEOCD.
Oficio 10-2005
Archivo
ARC/ASRG/metz
O.S. 616





MEMORÁNDUM N° 0 3 3 - 2005 - MTC/14.01.SDGE OCD.asrg.-

AL : ING. ABEL RAMOS CUYA
Director Oficina de Apoyo Tecnológico

DEL : ING. ARMANDO ROMERO GUERRA
Subdirección Geología, Geotecnia, Cimentación y Drenaje

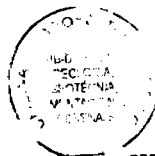
ASUNTO : Elevación de Resultados de Ensayos
Proyecto: Tesis "Criterios de evaluación para reciclado de Mezclas Asfálticas Aplicación a la Carretera: San Mateo – La Oroya Tramo III".

REF. : Solicitud s/n del 03.12.2004.

FECHA : Lima, Febrero 24 del 2005

Se adjunta al presente el Informe de Ensayo N° 127-2005-MTC/14.01, con los resultados de los Análisis Petrográficos de Agregados (solicitado expresamente con documento de referencia) efectuado en esta Subdirección, como parte de los ensayos para la tesis "Criterios de Evaluación para reciclado de Mezclas Asfálticas Aplicación a la Carretera: San Mateo – La Oroya Tramo III", los que cuentan con orden de servicio OAT N° 616-2004-MTC/14.01.

Atentamente,



ING. ARMANDO SILVANO ROMERO GUERRA
JEFE DE SUBDIRECCION DE GEOLOGIA
GEOTECNIA, CIMENTACIONES Y DRENAJE
OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO

c.c.:
Dpto.de Laboratorio (O.S.616)
SDGE OCD
Archivo
ARG/metz

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
SUBDIRECCIÓN DE GEOLOGÍA, GEOTÉCNIA, CIMENTACIONES Y DRENAJE
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA, GEOTÉCNIA Y CIMENTACIONES**

INFORME DE ENSAYO N° 127-2005-MTC/14.01

SOLICITANTE	: BACH. ING. NANCY TAFUR GARRO	MUESTRA	: Arena
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N° 250-Urb. Cueto Fernandini Los Olivos.	IDENTIFICACIÓN	: M-1 (Cart. Cut-Off)
PROYECTO	: Tesis "Criterios de Evaluación para reciclado de Mezclas Asfálticas Aplicación a la Carretera: San Mateo - La Oroya Tramo III".	CANTIDAD	: 1 Kg.
REFERENCIA	: Solicitud S/N del 03.12.04.	PRESENTACIÓN	: 02 bolsas
FECHA DE RECEPCIÓN	: 03.12.2004.	FECHA DE ENSAYO	: 23.02.05.


**ANÁLISIS PETROGRÁFICO DE AGREGADOS
NORMA ASTM C - 294- 86**

Componentes ⁽³⁾	TAMAÑO DE FRACCIONES OBSERVADAS (% aprox.)				
	Retenido Malla N°06	Retenido Malla N°08	Retenido Malla N°10	Retenido Malla N°16	Retenido Malla N°20
Frag. de minerales de cuarzo (hialino y lechoso).	10	10	10	10	15
Frag. de clastos de color rojizo ⁽¹⁾	10	15	15	10	5
Frag. de roca caliza ⁽²⁾	40	40	40	45	50
Frag. de roca volcánica	40	35	35	35	30
Total	100	100	100	100	100
Descripción del Agregado malla N° 06 - N°20.	Agregado conformado por fragmentos y partículas de minerales y roca cuyo origen puede ser diverso (sedimentaria, metamórfica o ígnea). Presentan formas angulares y subangulares.				

Observaciones:

- (1) Clastos conformados, probablemente, por minerales de Ortosa.
- (2) Efervece al contacto con el Hcl.
- (3) Por la naturaleza de la evaluación (análisis al microscopio de elementos menores disgregados) para mayor identificación de los agregados se recomienda ejecutar ensayos de petrografía microscópica en sección delgada y ensayos químicos cuantitativos.

- Muestras identificadas por el personal técnico de la SDGGCD-OAT.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos es de exclusiva responsabilidad del usuario.




Ing. Luis Oscátegui Salazar

Dpto. de Geología, Geotecnia y Cimentaciones

SDGEOCD (1/4)
O.S.N°616
LOS

263



LABORATORIO OAT

Av. Túpac Amaru N° 1580 - Rímac, Telf: 481-3707 Fax: 481-0677

**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
SUBDIRECCIÓN DE GEOLOGÍA, GEOTÉCNIA, CIMENTACIONES Y DRENAJE
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA, GEOTÉCNIA Y CIMENTACIONES**

INFORME DE ENSAYO N° 127-2005-MTC/14.01

SOLICITANTE	: BACH. ING. NANCY TAFUR GARRO	MUESTRA	: Arena
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N° 250-Urb. Cueto Fernandini Los Olivos.	IDENTIFICACIÓN	: M-1 (Cart. Cut-Off)
PROYECTO	: Tesis "Criterios de Evaluación para reciclado de Mezclas Asfálticas Aplicación a la Carretera: San Mateo - La Oroya Tramo III".	CANTIDAD	: 1 Kg.
REFERENCIA	: Solicitud S/N del 03.12.04.	PRESENTACIÓN	: 02 bolsas
FECHA DE RECEPCIÓN	: 03.12.2004.	FECHA DE ENSAYO	: 23.02.05.

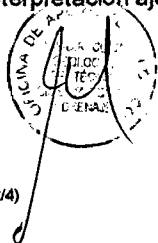
**ANÁLISIS PETROGRÁFICO DE AGREGADOS
NORMA ASTM C - 294- 86**

Componentes ⁽³⁾	TAMAÑO DE FRACCIONES OBSERVADAS (% aprox.)					
	Retenido Malla N°30	Retenido Malla N°40	Retenido Malla N°50	Retenido Malla N°80	Retenido Malla N°100	Retenido Malla N°200
Frag. de minerales de cuarzo (hialino y lechozo).	15	30	40	50	60	60
Frag. de clastos de color rojizo ⁽¹⁾	5	5	5	2	2	10
Frag. de minerales (claros y opacos) ⁽²⁾	79	65	55	48	38	30
Mica (biotita)	1	-	-	-	-	-
Total	100	100	100	100	100	100
Descripción del Agregado malla N° 30 - N°200.	Agregado conformado por fragmentos y partículas de minerales cuyo origen puede ser diverso (sedimentaria, metamórfica o ígnea). Presentan formas angulares y subangulares.					

Observaciones:

- (1) Clastos conformados probablemente por minerales de Ortosia.
- (2) Alguno efervescen al contacto con el Hcl (fragmentos de calcita, caliza u otro carbonato).
- (3) Por la naturaleza de la evaluación (análisis al microscopio de elementos menores disgregados) para mayor identificación de los agregados se recomienda ejecutar ensayos de petrografia microscópica en sección delgada y ensayos químicos cuantitativos.

- Muestras identificadas por el personal técnico de la SDGGCD-OAT.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos es de exclusiva responsabilidad del usuario.



SDGEOCD (2/4)
O.) S.N°616
LOS



Ing. Luis Oscátegui Salazar
Dpto. de Geología, Geotécnica y Cimentaciones





**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
 SUBDIRECCIÓN DE GEOLOGÍA, GEOTÉCNIA, CIMENTACIONES Y DRENAJE
 DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA, GEOTÉCNIA Y CIMENTACIONES**

INFORME DE ENSAYO N° 127-2005-MTC/14.01

SOLICITANTE	: BACH. ING. NANCY TAFUR GARRO	MUESTRA	: Arena
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N° 250-Urb. Cueto Fernandini Los Olivos.	IDENTIFICACIÓN	: M-1 (Cant. Cut-Off)
PROYECTO	: Tesis "Criterios de Evaluación para reciclado de Mezclas Asfálticas Aplicación a la Carretera: San Mateo – La Oroya Tramo III".	CANTIDAD	: 1 Kg.
REFERENCIA	: Solicitud S/N del 03.12.04.	PRESENTACIÓN	: 02 bolsas
FECHA DE RECEPCIÓN	: 03.12.2004.	FECHA DE ENSAYO	: 23.02.05.

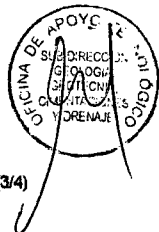
**ANÁLISIS PETROGRÁFICO DE AGREGADOS
 NORMA ASTM C - 294- 86**

Componentes ⁽³⁾	TAMAÑO DE FRACCIONES OBSERVADAS (% aprox.)				
	Retenido Malla N°06	Retenido Malla N°08	Retenido Malla N°10	Retenido Malla N°16	Retenido Malla N°20
Frag. de minerales de cuarzo (hialino y lechozo).	1	10	10	45	40
Frag. de roca caliza o mineral calcita ⁽²⁾	4	-	-	-	-
Frag. de roca volcánica	95	90	90	55	60
Total	100	100	100	100	100
Descripción del Agregado malla N°06 – N°20.	Agregado conformado por fragmentos y partículas de minerales y roca cuyo origen puede ser diverso (sedimentaria, metamórfica o ígnea). Presentan formas angulares y subangulares.				

Observaciones:

- (1) Clastos conformados probablemente por minerales de Ortosa.
- (2) Efervece al contacto con el Hcl.
- (3) Por la naturaleza de la evaluación (análisis al microscopio de elementos menores disgregados) para mayor identificación de los agregados se recomienda ejecutar ensayos de petrografía microscópica en sección delgada y ensayos químicos cuantitativos.

- Muestras identificadas por el personal técnico de la SDGGCD-OAT.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos es de exclusiva responsabilidad del usuario.



SDGGCD (3/4)
 O.S. N° 616
 LOS



Ing. Luis Oscátegui Salazar
 Dpto. de Geología, Geotécnica y Cimentaciones



**OFICINA DE APOYO TECNOLÓGICO
SUBDIRECCIÓN DE GEOLOGÍA, GEOTÉCNIA, CIMENTACIONES Y DRENAJE
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA, GEOTÉCNIA Y CIMENTACIONES**

INFORME DE ENSAYO N° 127-2005-MTC/14.01

SOLICITANTE	: BACH. ING. NANCY TAFUR GARRO	MUESTRA	: Arena
DOMICILIO LEGAL	: Calle Elvira García y García N° 250-Urb. Cueto Fernandini Los Olivos.	IDENTIFICACIÓN	: M-1 (Cant. Cut-Off)
PROYECTO	: Tesis "Criterios de Evaluación para reciclado de Mezclas Asfálticas Aplicación a la Carretera: San Mateo - La Oroya Tramo III".	CANTIDAD	: 1 Kg.
REFERENCIA	: Solicitud S/N del 03.12.04.	PRESENTACIÓN	: 02 bolsas
FECHA DE RECEPCIÓN	: 03.12.2004.	FECHA DE ENSAYO	: 23.02.05.

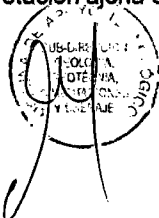
**ANÁLISIS PETROGRÁFICO DE AGREGADOS
NORMA ASTM C - 294- 86**

Componentes ⁽³⁾	TAMAÑO DE FRACCIONES OBSERVADAS (% aprox.)					
	Retenido Malla N°30	Retenido Malla N°40	Retenido Malla N°50	Retenido Malla N°80	Retenido Malla N°100	Retenido Malla N°200
Frag. de cuarzo (hialino y lechozo).	40	30	35	35	40	40
Frag. de roca caliza o mineral calcita ⁽²⁾	-	20	25	25	30	30
Frag. de roca volcánica	60	50	40	40	30	30
Total	100	100	100	100	100	100
Descripción del Agregado malla N° 30 - N°200..	Agregado conformado por fragmentos y partículas de minerales cuyo origen puede ser diverso (sedimentaria, metamórfica o ígnea). Presentan formas angulares y subangulares.					

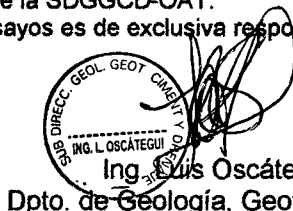
Observaciones:

- (1) Clastos conformados probablemente por minerales de Ortosa.
- (2) Alguno efervescen al contacto con el Hcl (fragmentos de calcita, caliza u otro carbonato).
- (3) Por la naturaleza de la evaluación (análisis al microscopio de elementos menores disgregados) para mayor identificación de los agregados se recomienda ejecutar ensayos de petrografía microscópica en sección delgada y ensayos químicos cuantitativos.

- Muestras identificadas por el personal técnico de la SDGGCD-OAT.
- La interpretación ajena de los resultados de ensayos es de exclusiva responsabilidad del usuario.



SDGGCD (4/4)
O.S.N°616
LOS



Ing. Luis Oscátegui Salazar
Dpto. de Geología, Geotecnia y Cimentaciones

ANEXO “C”

ANÁLISIS DE PRECIOS

UNITARIOS - SUBPARTIDAS

Cuadro C.1: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS - SUBPARTIDAS
Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Vol-VII, Análisis de P.U.

900340	MAT. CANTERA CHANCADO (SIERRA>3800MSNM) (chanc. prim-sec)					
Rendimiento	1.000 m³/día				Costo unitario directo por: m³	13.40
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Insumos Partida					
900416	EXTRACCION DE MAT. CANTERA (SIERRA H>3800MSNM)	m³		1.1100	5.26	5.84
906410	CHANCADO/ZARANDEO (prim-sec) DE MATERIAL	m³		1.1100	6.81	7.56
						13.40

900416	EXTRACCION DE MAT. CANTERA (SIERRA H>3800MSNM)					
Rendimiento	370.000 m³/día				Costo unitario directo por: m³	5.26
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470101	CAPATAZ	hh	0.20	0.0043	11.14	0.05
470104	PEON	hh	4.00	0.0865	7.50	0.65
						0.70
	Equipos					
370111	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.70	0.02
490805	TRACTOR SOBRE ORUGA DE 190-240 HP	hm	1.00	0.0216	210.27	4.54
						4.56

906410-0401014-01	CHANCADO/ZARANDEO (prim-secundario) DE MATERIAL					
Rendimiento	400.000 m³/día				Costo unitario directo por: m³	6.81
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	Mano de Obra					
470101	CAPATAZ	hh	0.10	0.0020	11.14	0.02
470103	OFICIAL	hh	1.00	0.0200	8.37	0.17
470104	PEON	hh	6.00	0.1200	7.50	0.90
						1.09
	Equipos					
490405	CARGADOR S/LLANTA 100-115 HP	hm	0.50	0.0100	104.25	1.04
491305	CHANCAD. PRIM-SEC INC.5FAJAS	hm	1.00	0.0200	162.96	3.26
491401	ZARANDA VIBRATORIA 4"X6"11KW	hm	1.00	0.0200	32.28	0.65
492712	GRUPO ELECTROGENO DE 90KW	hm	1.00	0.0200	38.52	0.77
						5.72

Cuadro C.1: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS - SUBPARTIDAS
Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Vol-VII, Análisis de P.U.

906806		EXTENDIDO Y COMPACTADO BASE GRANULAR (h>3800MSNM)					
Rendimiento	352.000 m³/día	Costo unitario directo por: m³				8.48	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
470101	CAPATAZ	hh	1.00	0.0227	11.14	0.25	
470103	OFICIAL	hh	1.00	0.0227	8.37	0.19	
470104	PEON	hh	6.00	0.1364	7.50	1.02	
1.46							
Equipos							
370111	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.46	0.04	
480402	CISTERNA 4X2 (AGUA) 2000GLN	hm	1.00	0.0227	86.08	1.95	
491105	RODILLO VIB 70-100 HP, 7-9 TON	hm	1.00	0.0227	61.90	1.41	
491186	RODILLO NEUMATICO 5.5-20 TON	hm	1.00	0.0227	55.58	1.26	
491603	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.00	0.0227	104.12	2.36	
7.02							

901406		EXTENDIDO Y COMPACTADO MEZCLA ASFALTICA					
Rendimiento	240.000 m³/día	Costo unitario directo por: m³				11.69	
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
470101	CAPATAZ	hh	1.00	0.0333	11.14	0.37	
470103	OFICIAL	hh	1.00	0.0333	9.28	0.31	
470104	PEON	hh	6.00	0.2000	7.50	1.50	
2.18							
Equipos							
370111	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.18	0.07	
490101	COMPRESORA NEUMATICA 76HP	hm	1.00	0.0333	37.32	1.24	
490892	TRACTOR DE TIRO DE 80HP	hm	1.00	0.0333	54.16	1.81	
491136	RODILLO TANDEM 8 A 10 TON	hm	1.00	0.0333	42.20	1.41	
491186	RODILLO NEUMATICO 5.5-20 TON	hm	1.00	0.0333	55.58	1.85	
492501	PAVIMENTADORA DE 69 HP	hm	1.00	0.0333	94.28	3.14	
9.51							

Cuadro C.1: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS - SUBPARTIDAS
 Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
 Vol-VII, Análisis de P.U.

901407-0401014-01		MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE				
Rendimiento	240.000 m³/día	Costo unitario directo por: m³				67.63
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470101	CAPATAZ	hh	1.00	0.0333	11.14	0.37
470102	OPERARIO	hh	1.00	0.0333	9.28	0.31
470103	OFICIAL	hh	2.00	0.0667	8.37	0.56
470104	PEON	hh	2.00	0.0667	7.50	0.50
						1.74
Materiales						
019101	TURBINOL	gln		0.0600	36.79	2.21
531003	PETROLEO	gln		6.0000	5.8	34.80
						37.01
Equipos						
370111	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.74	0.05
490405	CARGADOR S/LLANTA 100-115 HP	hm	0.50	0.0167	104.25	1.74
492603	CALENTADOR DE ACEITE 5HP	hm	1.00	0.0333	26.46	0.88
492605	SECADOR DE ARIDO65-115TN/HR	hm	1.00	0.0333	51.63	1.72
492622	PLANTA ASF.CALIENTE65-115T/HR	hm	1.00	0.0333	73.8	2.46
492715	GRUPO ELECTROGENO 150KW	hm	1.00	0.0333	60.17	2.00
492795	GRUPO ELECTROGENO 20KW	hm	1.00	0.0333	18.75	0.62
495313	FAJA TRANSP. DE 18"X40"	hm	2.00	0.0667	15.35	1.02
						10.49
Insumos Partida						
900340	MAT. CANTERA CHANCADO (SIERRA>3800 MSNM) (chanc. terciario)	m³		0.7616	24.14	18.39
						18.39

900340		MAT. CANTERA CHANCADO (SIERRA>3800MSNM) (chanc. terciario)				
Rendimiento	1.000 m³/día	Costo unitario directo por: m³				24.14
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Insumos Partida						
900416	EXTRACCION DE MAT. CANTERA (SIERRA H>3800MSNM)	m³		1.1100	5.26	5.84
906410	CHANCADO/ZARANDEO (prim-sec y terciario) DE MATERIAL	m³		1.1100	16.49	18.30
						24.14

Cuadro C.1: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS - SUBPARTIDAS
Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Vol-VII, Análisis de P.U.

906410-0401014-01		CHANCADO/ZARANDEO (prim-sec y terciario) DE MATERIAL				
Rendimiento	200.000 m³/día	Costo unitario directo por: m³				16.49
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470101	CAPATAZ	hh	0.10	0.0040	11.14	0.04
470103	OFICIAL	hh	1.00	0.0400	8.37	0.33
470104	PEON	hh	6.00	0.2400	7.50	1.80
						2.18
Equipos						
490405	CARGADOR S/LLANTA 100-115 HP	hm	0.50	0.0200	104.25	2.09
491305	CHANCAD. PRIM-SEC INC.5FAJAS	hm	1.00	0.0400	162.96	6.52
491308	CHANCADORA TERCIARIA	hm	1.00	0.0400	71.93	2.88
491401	ZARANDA VIBRATORIA 4"X6"11KW	hm	1.00	0.0400	32.28	1.29
492712	GRUPO ELECTROGENO DE 90KW	hm	1.00	0.0400	38.52	1.54
						14.31

COSTOS DE LOS **MATERIALES**

Cuadro C.2: COSTOS DE LOS MATERIALES

Fuente: CESEL Ingenieros; Carretera Héroes de la Breña "Pte. Ricardo Palma – La Oroya".
Vol-VII, Análisis de P.U.

TIPO DE CAMBIO S/. : 3.55

Refinería Obra (Asfalto Líquido-Solventes)	(S/. kg):	0.059
Lima a Obra (Líquidos - Solventes)	(S/. kg):	0.054
Refinería a Obra (Asfalto Sólido)	(S/. kg):	0.050
Lima a Obra	(S/. kg):	0.047

DESCRIPCIÓN	UND	PESO (kg/und)	PROCEDENCIA	PRECIO BASE SIN I.G.V.		FLETE	ALM. MANT. 2.00%	MERMAS 5.00%	PRECIOS		PRECIO EN OBRA SOLES
				SOLES	DOLARES				SOLES	DOLARES	
DERIVADOS DEL PETROLEO - ADITIVOS											
ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA PARA FINOS	kg	1.00	LIMA	11.30	3.18	0.05	0.23	0.57	12.14		12.14
ASFALTO LIQUIDO MC-30	gln	3.65	CONCHAN	3.32		0.22	0.07	0.17	3.78		3.78
CEMENTO ASFALTICO PEN 120/150	gln	3.85	CONCHAN	2.79		0.19	0.06	0.14	3.18		3.18
PETROLEO DIESEL D-2	gln	3.86	CONCHAN	5.21		0.23	0.10	0.26	5.80		5.80
TURBINOL	gln	3.86	LIMA	34.22		0.18	0.68	1.71	36.79		36.79
CEMENTOS											
FILLER (CAL HIDRATADA)	kg	1.00	LIMA	0.36	0.10	0.05	0.01	0.02	0.44		0.44
PINTURAS-SOLVENTES-ELEM.SENALIZACION											
MICROESFERAS DE VIDRIO	kg	1.00	LIMA	7.12		0.05	0.14	0.36	7.67		7.67
PINTURA PARA TRAFICO	gln	6.00	LIMA	79.3		0.32	1.59	3.97	85.18		85.18
SOLVENTE XILOL	gln	4.75	LIMA	30.17		0.26	0.60	1.51	32.54		32.54

MÉTODOS DE MEDICIÓN

BASES DE PAGO

METODOS DE MEDICIÓN Y BASES DE PAGO

200.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS

201.00 PERFILADO Y COMPACTADO EN SUBRASANTE

METODO DE MEDICIÓN

La preparación, acondicionamiento, perfilado y compactado en la subrasante, será medida en metros cuadrados (m²), el cual se obtendrá a partir del ancho indicado en la sección transversal y la distancia longitudinal entre ellas.

BASES DE PAGO

La superficie del perfilado y compactado en la subrasante, medidas en la forma descrita anteriormente y aprobadas por el supervisor, será pagada conforme lo indicado en la partida "Perfilado y Compactado en la Subrasante", dicho precio constituirá la compensación total del uso del equipo, mano de obra, beneficios sociales, herramientas e imprevistos necesarios para completar la partida a entera satisfacción del Supervisor.

300.00 SUB BASES Y BASES

302.00 BASE GRANULAR

MÉTODO DE MEDICIÓN

El método de medición será por metros cúbicos compactados obtenidos de la multiplicación del ancho de la base, por su espesor y por su longitud, según lo indicado en la sección tipo, debidamente autorizada y aceptado por el Supervisor.

BASES DE PAGO

La base granular ejecutada por el Contratista, aprobadas por el Supervisor y medidas según se ha establecido, será pagada con la partida correspondiente y al precio unitario del contrato por metro cúbico compactado según lo indicado en los planos; dicho precio y pago constituirá compensación completa por la extracción, carguío, chancado y zarandeado, colocación del mismo, riego, mano de obra, beneficios sociales, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para completar la partida a entera satisfacción del Supervisor.

El transporte de material será pagado en la partida Transportes de Material Proveniente de Cantera, según sea el caso.

400.00 PAVIMENTOS

401.00 IMPRIMACION ASFÁLTICA

MÉTODO DE MEDICIÓN

El método de medición se hará en dos formas y por separado:

La superficie imprimada y aceptada por el Supervisor en metros cuadrados, teniendo en cuenta el ancho indicado en la sección tipo y la longitud realmente regada.

Los galones de asfalto líquido MC-30 empleados en la imprimación, se obtendrán por la diferencia de volúmenes inicial y final, medidos antes y después de efectuar la aplicación del riego, utilizando una varilla graduada, se tomarán medidas de las alturas del líquido en el tanque espaciador.

BASES DE PAGO

De acuerdo a lo indicado anteriormente, se pagará con la partida imprimación los metros cuadrados de superficie imprimada y aceptada por el Supervisor.

Este precio incluirá compensación total por todo el trabajo especificado en esta partida, aplicación del material de secado, mano de obra, herramientas, equipos, transporte del asfalto líquido, del material de secado e imprevistos necesarios para completar el trabajo a entera satisfacción del supervisor.

Los galones de asfalto líquido empleados en la imprimación, se pagaran en la Partida correspondiente, al precio contractual establecido.

El precio incluye la aplicación de arena cuando sea requerido.

402.00 PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO RECICLADO

MÉTODO DE MEDICIÓN

El método de medición se hará en tres formas y por separado, de la siguiente manera:

Superficie con carpeta asfáltica en caliente, colocada en pista, compactada y aceptada por el Supervisor, en metros cúbicos (m³).

Galones americanos (gln) de cemento asfáltico de aportación, que se pagara con la partida correspondiente a Cemento asfáltico; kilogramos (kg) de filler utilizado en la mezcla, que se pagara con la partida Filler y mejorador de adherencia que se pagara con la partida correspondiente a Mejorador de adherencia.

BASES DE PAGO

Solo recibirá pago aquel trabajo que cumpla con las especificaciones, cuyo control de densidades haya sido efectuado y sus resultados cumplan con los requisitos planteados en la presente especificación.

De acuerdo a lo indicado anteriormente, se pagara con la Partida Pavimento de Concreto Asfáltico, los metros cúbicos aceptados por el Supervisor, y este precio incluirá compensación total por todo el trabajo especificado en esta partida, mano de obra beneficios sociales, herramientas, equipos combustibles (secado

de agregados, funcionamiento de equipos, etc.), todos los materiales (excluyendo el cemento asfáltico y el filler) e imprevistos necesarios para completar el trabajo, a entera satisfacción del supervisor.

Los galones americanos de cemento asfáltico verificados, aceptados por el Supervisor y empleados en la preparación de la mezcla asfáltica, se pagaran en la partida Cemento asfáltico del tipo recomendado en la presente especificación, al precio correspondiente del contrato.

Los kilogramos de Filler utilizados en la mezcla asfáltica y verificados por el Supervisor, se pagaran con la Partida Filler, al precio unitario contractual correspondiente.

Es necesario señalar que el transporte de la mezcla asfáltica desde la planta hasta la plataforma del pavimento, será pagada con la partida Transporte de Mezcla Asfáltica, según sea el caso.

403.00 CEMENTO ASFALTICO PEN 120/150

MÉTODO DE MEDICIÓN

Se medirá en galones, calculados de acuerdo a los resultados diarios de los ensayos de laboratorio (lavado asfáltico) y aprobados por el Supervisor aplicados al volumen de pavimento de concreto asfáltico puesto en obra.

BASES DE PAGO

Se pagara con la partida cemento asfáltico PEN 120/150, al precio unitario del contrato, constituyendo compensación total por el cemento asfáltico puesto en obra.

404.00 ASFALTO LIQUIDO TIPO MC-30

MÉTODO DE MEDICIÓN

Se medirá el número total de galones de material asfáltico aplicado, dicha medición de volumen debe ser referenciada a una temperatura de 15.6°C.

Se tendrá en consideración el método de medición de la partida imprimación asfáltica.

BASES DE PAGO

Se pagará con la partida "Asfalto líquido tipo MC-30", al precio unitario de contrato, constituyendo compensación total por el asfalto líquido empleado en las partidas antes mencionadas, incluyendo su transporte dentro de la obra.

405.00 FILLER O RELLENO MINERAL

METODO DE MEDICION

Las cantidades de relleno mineral usados en la mezcla, se determinarán teniendo en cuenta el porcentaje estipulado en la fórmula de trabajo presentada por el Contratista realmente presente en la mezcla y aprobada por el Supervisor. La unidad de medida será el kilogramo (kg).

BASES DE PAGO

El volumen determinado en la forma descrita anteriormente, se pagará por kilogramos (kg), con la partida: "Filler", al precio unitario del contrato. Este precio será compensación total por la adquisición, carguío, transporte, descarga, acopio, almacenaje y desperdicio de este material.

406.00 ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA

METODO DE MEDICION

La unidad de medida es kilogramos utilizados en la producción de mezcla asfáltica.

El supervisor verificara el peso del aditivo utilizado en la mezcla acorde a los ensayos de laboratorio.

BASES DE PAGO

El pago será determinado por el peso en kilogramos utilizado en cada metro cúbico de mezcla con la aprobación de la Supervisión. Dicho precio y pago constituye compensación total por el producto puesto en obra, manipulación y aplicación, considerando mano de obra, beneficios sociales, equipos, herramientas e imprevistos necesarios para su aplicación.

500.00 TRANSPORTE PAGADO

501.00 MATERIAL PROVENIENTE DE CANTERA PARA $D \leq 1\text{KM}$

502.00 MATERIAL PROVENIENTE DE CANTERA PARA $D > 1\text{KM}$

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de pago para estas partidas de transporte será el metro cúbico - kilómetro ($\text{m}^3\text{-Km}$) siendo esta cantidad el producto de la distancia de transporte por el volumen medido según lo indicado.

Para los transportes menores de 1 km se considerará la distancia realmente recorrida multiplicada por el volumen transportado ($\text{m}^3\text{-km}$)

BASES DE PAGO

La cantidad de metros cúbicos - kilómetros ($m^3 \text{ km}$) determinados, se pagará al precio unitario del contrato para las partidas de transporte, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, equipo, herramientas, carguío e imprevistos necesarios para completar la partida correspondiente, a entera satisfacción del Supervisor.

Para el pago de la distancia de transporte se tendrá en consideración lo siguiente:

PARA EL CASO QUE EL SUPERVISOR APRUEBE UTILIZAR MATERIAL PROVENIENTE DE CANTERAS

DT = Distancia Total de Transporte, incluye acceso

Para DT < 1 km

Para $d < 1 \text{ Km} = DT$

Para $d > 1 \text{ Km} = 0$

Para DT > 1 km

Para $d < 1 \text{ Km} = 1 \text{ Km}$

Para $d > 1 \text{ Km} = DT - 1$

503.00 MEZCLA ASFÁLTICA PARA $D \leq 1 \text{ KM}$

504.00 MEZCLA ASFÁLTICA PARA PARA $D > 1 \text{ KM}$

METODO DE MEDICION

La unidad de pago para estas partidas será metro cúbico - kilómetro ($m^3\text{-km}$) siendo esta cantidad el producto de la distancia de transporte realmente

recorrida por el volumen de la carpeta asfáltica colocada, terminada en su posición final y aprobada por la Supervisión.

BASE DE PAGO

La cantidad de m³-km determinados en el punto anterior, se pagará al precio unitario contractual, según sea el caso, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación única por toda mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para completar esta partida.

DISTANCIA DE TRANSPORTE PROVENIENTE DE LA PLANTA DE ASFALTO

DT = Distancia total de transporte, incluye acceso

Para DT < 1 km

Para d < 1 Km = DT

Para d > 1 Km = 0

Para DT > 1 km

Para d < 1 Km = 1 Km

Para d > 1 Km = DT – 1

600.00 SEÑALIZACION

601.00 MARCAS PERMANENTES EN EL PAVIMENTO

METODO DE MEDICION

Las cantidades aceptadas de marcas en el pavimento se medirán en metros cuadrados, verificados y aceptados por el supervisor.

BASES DE PAGO

El trabajo desarrollado según la presente especificación será pagado con la partida correspondiente y por metros cuadrados al precio unitario del contrato, el precio y pago constituirá compensación total por el suministro de colocación de todos los materiales, mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para completar el trabajo comprendido en esta partida.

FOTOS DE RECUERDO



(De Izq. a Der.) Técnicos Asfaltos - OAT: Sr. L. Céspedes, Tesista: Nancy Tafur, Sr. E. Rojas, Sr. N. Pinto, Sra. E. Valladares



(De Izq. a Der.) Técnicos - OAT: Sr. B. Estrada, Sr. L. Céspedes, Sr. E. Tuesta, Sr. C. Peláez, Sr. J. Muñoz