



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Propuesta: LM-PI-UI-001-11

ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE DISEÑO DE MEZCLA DE LABORATORIO PARA LOS SELLOS DE LECHADA ASFÁLTICA (SLURRY SEALS) EN COSTA RICA

Preparado por:
Unidad de Investigación

San José, Costa Rica
Febrero, 2011

Información técnica del documento

1. Informe LM-PI-UI-001-11		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE DISEÑO DE MEZCLA DE LABORATORIO PARA LOS SELLOS DE LECHADA ASFÁLTICA (SLURRY SEALS) EN COSTA RICA		4. Fecha del Informe FEBRERO, 2011
7. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
8. Notas complementarias		
9. Resumen <i>Este documento presenta la propuesta de investigación para el Área de Investigación: Alternativas de Mantenimiento. Se desea realizar un estudio de laboratorio con el objetivo de elaborar un manual de diseño de mezcla para los sellos de lechada asfáltica (slurry seal) para Costa Rica. Se detallan los objetivos del estudio, la metodología a utilizar, se enumeran los resultados y productos esperados. Se designan los profesionales responsables de llevar a cabo la investigación así como el personal de apoyo para llevar con éxito el estudio. Se presenta el cronograma de actividades a desarrollar en forma semanal para controlar el avance y abordar los imprevistos de manera oportuna. Finalmente, se definen los recursos necesarios a utilizar que permita establecer un presupuesto para la adquisición de recursos y un inventario de aquellos con los que ya se cuenta.</i>		
10. Palabras clave Sellos de lechada asfáltica, diseño de mezcla, slurry seal	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 17
13. Preparado por: Ing. Mónica Jiménez Acuña Investigadora	Ing. Andrea Ulloa Calderón Investigadora	
Fecha: 14/02/2011	Fecha: 14/02/2011	Fecha: //
14. Revisado por: Ing. Fabián Elizondo Arrieta Coordinador Unidad de Investigación		15. Aprobado por: Ing. Guillermo Loría Salazar, MSc Coordinador General PITRA
Fecha: //	Fecha: //	Fecha: //



TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE TABLAS	4
RESUMEN EJECUTIVO	5
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	6
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.3 ANTECEDENTES	7
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	7
1.5 MARCO TEÓRICO.....	10
2. METODOLOGÍA PROPUESTA	11
3. RESULTADOS / PRODUCTOS ESPERADOS.....	13
4. CONFORMACIÓN DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN.....	13
5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	15
6. RECURSOS NECESARIOS.....	16
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. GRANULOMETRÍA TIPO II PARA EL AGREGADO Y LAS CURVAS DE ESPECIFICACIÓN PARA LOS SELLOS TIPO II..... 12

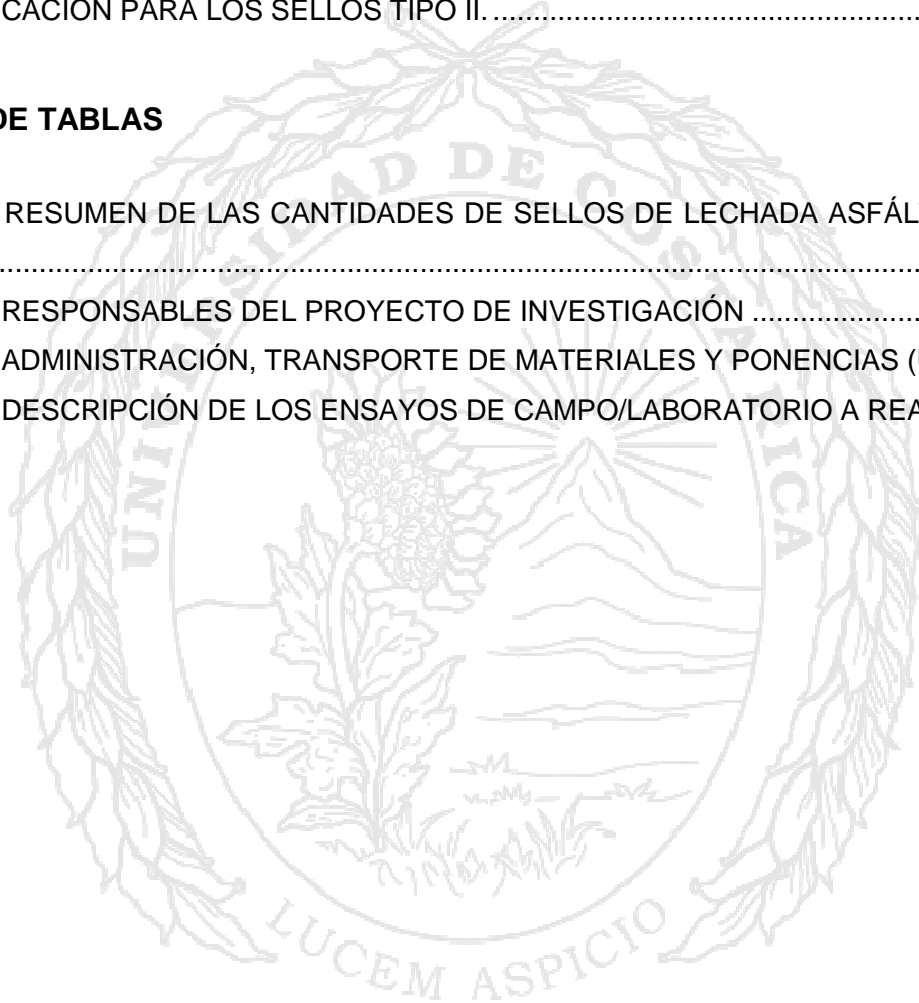
ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. RESUMEN DE LAS CANTIDADES DE SELLOS DE LECHADA ASFÁLTICA POR ZONA 8

TABLA 2. RESPONSABLES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN 13

TABLA 3. ADMINISTRACIÓN, TRANSPORTE DE MATERIALES Y PONENCIAS (US\$) 16

TABLA 4. DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS DE CAMPO/LABORATORIO A REALIZAR . 16





RESUMEN EJECUTIVO

En este documento se presenta la propuesta de un proyecto en el área de investigación de Alternativas de Mantenimiento.

Se desea realizar un estudio de laboratorio con el objetivo de elaborar un manual de diseño de mezcla para los sellos de lechada asfáltica (slurry seal) para Costa Rica. Se detallan los objetivos del estudio, la metodología a utilizar, se enumeran los resultados y productos esperados. Se designan los profesionales responsables de llevar a cabo la investigación así como el personal de apoyo para llevar con éxito el estudio. Asimismo, se presenta el cronograma de actividades a desarrollar en forma semanal para controlar el avance y abordar los imprevistos de manera oportuna.

Finalmente, se definen los recursos necesarios a utilizar que permita establecer un presupuesto para la adquisición de recursos y un inventario de aquellos con los que ya se cuenta.

1. INTRODUCCIÓN

Debido a la trascendencia de las diversas técnicas de preservación aplicadas en el mundo, y de los resultados exitosos que se han obtenido al utilizarlas, se considera importante que en nuestro país se inicie con la elaboración de un manual de diseño y especificación de mezcla de laboratorio para las mezclas de lechada asfáltica, con base en ensayos realizados a los materiales de Costa Rica, es decir, agregado y emulsión asfáltica de rompimiento lento con ligante base tipo AC-30.

A partir de un estudio bibliográfico anteriormente realizado fue posible establecer la factibilidad de la aplicación de los sellos de lechada asfáltica en el país, con ello se estudió además la implementación de los métodos de ensayo, por lo que se plantea ahora llevar a cabo un diseño completo de la mezcla con las pruebas de laboratorio requeridas para los sellos con agregado producido en el país y una emulsión fabricada con AC-30 y evaluar así el cumplimiento de los requisitos, por lo tanto, se propuso una tercera etapa de este estudio

Propuesta LM-PI-UI-001-11	Fecha de emisión: 14 de febrero de 2011	Página 5 de 17
---------------------------	---	----------------



para la elaboración de una guía para el diseño de mezcla en el laboratorio para que sea útil a los distintos sectores interesados en la aplicación de los sellos en Costa Rica.

En la etapa anterior se realizó la caracterización de los materiales que componen estas mezclas, sin embargo, la preparación de la mezcla de lechada se prolongó debido a que la implementación de los ensayos requería más tiempo que el previsto, razón por la cual se propone llevar a cabo un estudio más corto que sólo incluya la elaboración de un manual de diseño de mezcla.

1.1 Objetivo general

Elaborar un manual de diseño de mezcla para las mezclas de lechada asfáltica basado en los resultados obtenidos con los materiales de Costa Rica.

1.2 Objetivos específicos

1. Resumir del estudio bibliográfico anterior todo lo concerniente al tema de diseño de mezcla para estos materiales.
2. Definir una granulometría para el agregado, que sea factible de producir en el país y que cumpla con las especificaciones solicitadas por las metodologías de diseño.
3. Escoger una emulsión asfáltica adecuada de acuerdo con las experiencias internacionales.
4. Utilizar los ensayos de laboratorio establecidos en la etapa anterior, para la caracterización de los componentes de la mezcla de lechada asfáltica: emulsión asfáltica y agregados.
5. Utilizar los ensayos que se requieren para el diseño de mezcla de los sellos de lechada asfáltica.
6. Realizar los diseños de mezcla y analizar los resultados para un solo tipo de agregado y un tipo de emulsión.
7. Valorar, analizar y evaluar los resultados obtenidos con nuestros materiales para conocer las variables que tienen mayor peso en el desempeño de los sellos.
8. Corroborar el cumplimiento con las especificaciones internacionales, incluidas en el manual CR-2010.
9. Elaborar un video de cada método de ensayo con fines didácticos.

Propuesta LM-PI-UI-001-11	Fecha de emisión: 14 de febrero de 2011	Página 6 de 17
---------------------------	---	----------------



10. Elaborar un manual de diseño sencillo, claro y fácil de aplicar.

1.3 Antecedentes

Los dos estudios realizados anteriormente fueron los que sirvieron de antecedentes para realizar este estudio:

1. Evaluación de la factibilidad en la aplicación de sellos de lechada asfáltica “Slurry seals” en Costa Rica, por Ings. Mónica Jiménez y Denia Sibaja Obando (2008).
2. Implementación de los ensayos de laboratorio para el diseño de mezcla y evaluación del desempeño para los sellos de lechada asfáltica (Slurry seals) en Costa Rica, por Ings. Mónica Jiménez y Andrea Ulloa Calderón (2009).

1.4 Justificación

El sello de lechada asfáltica (slurry seal) es una de las técnicas utilizadas a nivel mundial para la conservación y/o preservación de pavimentos, siendo una solución que permite alargar la vida útil de un pavimento a un costo más bajo, favorece una mayor eficiencia en la inversión de fondos de conservación vial. Esta alternativa se utiliza en superficies de ruedo que no tienen un nivel muy avanzado de deterioro como fatiga o deformación permanente.

En nuestro país actualmente se incluye en los carteles de licitación para los Proyectos de Conservación Vial Nacional Pavimentada LICITACIÓN PÚBLICA N° 2009LN-000003-CV como técnica de preservación, por lo tanto, es necesario elaborar un manual de diseño y especificación, para establecer la forma en la que se deben diseñar dentro del control de calidad del producto en nuestro medio.

A continuación se detallan las cantidades de sellos solicitadas por zona (**Tabla 1**) para un total de **3552871 m²** de sello Tipo A y **3147870 m²** de sello Tipo B, para un cálculo a grosso modo de **5.3 millones de dólares**, para un costo de 1.5 dólares por metro cuadrado (precio año 2000).

Propuesta LM-PI-UI-001-11	Fecha de emisión: 14 de febrero de 2011	Página 7 de 17
---------------------------	---	----------------

Tabla 1. Resumen de las cantidades de sellos de lechada asfáltica por zona

ZONA	ITEM	RENLÓN DE PAGO	Mínimo (m ²)	Máximo (m ²)
1-1 San José	M47(C)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación A	243000	1134000
	M47(D)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación B	270000	1260000
1-2 Puriscal	M47(C)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación A	30000	100000
	M47(D)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación B	30000	100000
1-3 Los Santos	M47(C)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación A	15000	30000
	M47(D)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación B	15000	30000
1-4 Alajuela Sur	M47(C)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación A	6000	20000
	M47(D)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación B	6000	20000
1-5 Alajuela Norte	M47(C)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación A	276930	443088
	M47(D)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación B	276930	443088
1-6 San Ramón	M47(C)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación A	55120	68900
	M47(D)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación B	75080	93850
1-7 Cartago	M47(C)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación A	3000	5000
	M47(D)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación B	14000	24000
1-8 Turrialba	M47(C)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación A	88650	88650
	M47(D)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación B	95050	95050
1-9 Heredia	M47(C)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación A	35000	70000
	M47(D)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación B	35000	70000
2-1 Liberia	M47(C)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación A	288000	480000
	M47(D)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación B	18000	30000
2-2 Cañas	M47(C)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación A	4680	7800
	M47(D)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación B	44654	74423
2-3 Santa Cruz	M47(C)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación A	102000	340000



ZONA	ITEM	REGLÓN DE PAGO	Mínimo (m ²)	Máximo (m ²)
	M47(D)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación B	0	0
2-4 Nicoya	M47(C)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación A	62400	80000
	M47(D)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación B	39000	50000
3-1 Puntarenas	M47(C)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación A	7260	13200
	M47(D)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación B	7260	13200
3-2 Quepos	M47(C)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación A	50000	80000
	M47(D)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación B	48000	160000
4-1 Pérez Zeledón	M47(C)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación A	40700	96400
	M47(D)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación B	36700	83500
4-2 Zona Sur	M47(C)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación A	40700	96400
	M47(D)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación B	36700	83500
4-3 Zona Sur	M47(C)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación A	6300	21000
	M47(D)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación B	26250	87500
5-1 Guápiles	M47(C)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación A	48000	80000
	M47(D)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación B	48000	80000
5-2 Limón	M47(C)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación A	33880	61600
	M47(D)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación B	33880	61600
6-1 San Carlos	M47(C)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación A	41572	69286
	M47(D)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación B	90367	150612
6-2 Los Chiles Guatuso	M47(C)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación A	100588	167547
	M47(D)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación B	97688	167547
TOTALES	M47(C)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación A	1578780	3552871
	M47(D)	Lechada asfáltica tipo slurry seal, graduación B	1325559	3147870



La implementación de nuevas tecnologías siempre sugiere un cambio en la forma en la que se plantean y se llevan a cabo las obras de pavimentación, por esta razón esta investigación brindará las bases para que esta alternativa de preservación influya de manera positiva en el país.

El manual ofrecerá un procedimiento para el diseño y evaluación del desempeño de los sellos de lechada asfáltica basado en los resultados obtenidos con la materia prima del país que permitan cumplir con los requisitos especificados a nivel internacional.

En resumen, este estudio se justifica porque:

- Extiende la vida útil de pavimento.
- Son costo-efectivas, su costo es bajo y los beneficios son importantes.
- No existe una alternativa en el país que logre el mismo beneficio, por lo tanto, es una necesidad.

1.5 Marco teórico

El desempeño de los sellos de lechada asfáltica depende de la calidad de los materiales y cómo estos interactúan durante el curado y después del tiempo de espera de apertura al tránsito.

El procedimiento de diseño de la mezcla tiene varias fases que incluyen y que ayudan a contestar las siguientes preguntas:

- Mezclado: ¿Los componentes se mezclarán y formarán una mezcla de sello homogénea y fluida?
- Rompimiento y curado: ¿La emulsión romperá de manera controlada en el agregado, lo recubrirá y formará una buena capa de recubrimiento? ¿La emulsión alcanzará un buen nivel de cohesión que permitirá una adecuada resistencia a la abrasión por acción del tránsito?
- Desempeño: ¿El sello resistirá los esfuerzos inducidos por el tránsito?

Los pasos más relevantes del proceso de diseño son:

- Escogencia de los materiales componentes: tipo de emulsión, agregado y aditivos.

Propuesta LM-PI-UI-001-11	Fecha de emisión: 14 de febrero de 2011	Página 10 de 17
---------------------------	---	-----------------



- Encontrar la fórmula de trabajo en el laboratorio: dosificación de emulsión, agua y aditivos.
- Ensayos adicionales de desempeño.

Es a partir de estas premisas que se presenta la metodología de trabajo para desarrollar este proyecto de investigación a continuación.

2. METODOLOGÍA PROPUESTA

Este apartado tiene como objetivo la descripción de la metodología utilizada para desarrollar el estudio.

Se presentan a continuación las etapas a realizar:

- Resumen de la búsqueda de información bibliográfica anterior enfocado en:
 - Ensayos de laboratorio para el diseño de mezcla para la lechada asfáltica.
 - Especificaciones de calidad internacionales.
- Redacción de un documento preliminar.
- Definición de los factores experimentales para el diseño experimental para la etapa de diseño:
 - Tipos de emulsión: 1 (Tipo CSS-1h)
 - Tipos de agregado: 1 (Guápiles, Santa Fé)
 - Tipos de granulometría: 1 (Granulometría de Tipo II, la misma producida por la empresa para utilizar en mezcla asfáltica en caliente, cumple con el rango de especificación de tamaños de partículas) (Ver **Figura 1**).
 - Inclusión de rellenos minerales: 2 (cemento y cal, establecido en el método de diseño ISSA TB N° 113)
 - Dosificación de asfalto residual en un rango de 7,5 % y 13,5 % según lo especificado en el documento A105 Recommended Performance Guidelines For Emulsified Asphalt Slurry Seal punto 5.2. Iniciando con un 8% luego de los ensayos de consistencia realizados en la etapa anterior.
 - Determinación de los porcentajes de agua y emulsión mediante pruebas de mezclado y curado en forma visual.

- Dosificación de líquidos totales entre 28 % y 32 % según ISSA TB N° 113 nota 1 para los sellos Tipo II, además esta aumenta en un 1 % ó 1 ½ % para cada porcentaje de relleno mineral.
- Dosificación de rellenos minerales: 1 % y 2 % según ISSA TB N° 113.

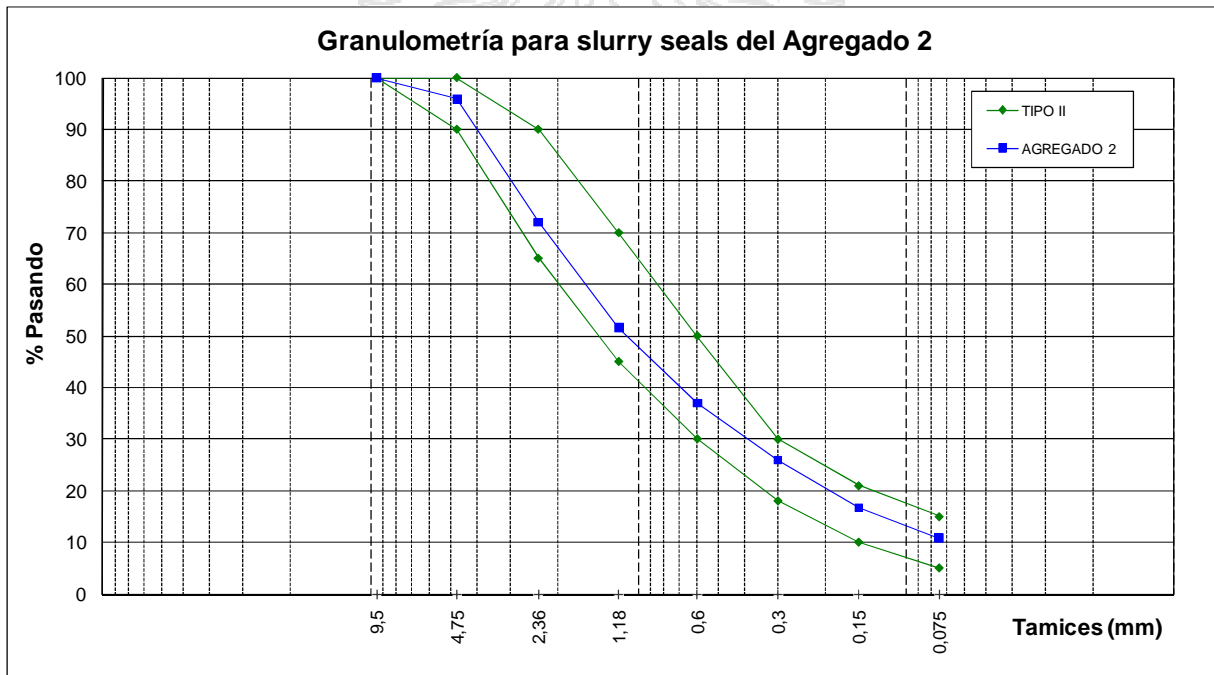


Figura 1. Granulometría Tipo II para el agregado y las curvas de especificación para los sellos Tipo II.

- Realización de los ensayos: Mezclas de prueba TB 113 y consistencia TB 106, Cohesión TB 13, Rueda cargada TB 109 y Abrasión en pista húmeda TB 100, para el diseño de mezcla con la combinación de los factores.
- Análisis de resultados de los diseños de mezcla para obtener las dosificaciones óptimas.
- Análisis de resultados.
- Redacción del informe final.
- Redacción y edición de subproductos: videos de los métodos de ensayo, manual, lista de chequeo.
- Elaboración de presentación para un curso de capacitación para los distintos laboratorios privados del país.



3. RESULTADOS / PRODUCTOS ESPERADOS

Los productos de esta investigación serán:

Generación de nuevo conocimiento: Científico y/o Académico

Resultado/Producto esperado	Indicador	Beneficiario
Manual de diseño	Metodología	MOPT/CONAVI Contratistas

Impacto a nivel nacional en la comunidad científica

Resultado/Producto esperado	Indicador	Beneficiario
Videos de los ensayos	Metodología	Personal de laboratorios de ensayo

Beneficios sociales y/o culturales

Resultado/Producto esperado	Indicador	Beneficiario
Desarrollo de la técnica de sellos de lechada asfáltica	Guía de diseño	La sociedad costarricense con mejores carreteras

Fortalecimiento de vínculos de apoyo y reconocimiento de la Universidad de Costa Rica con el sector externo

Resultado/Producto esperado	Indicador	Beneficiario
Curso de capacitación	Memorias del curso	MOPT/CONAVI Contratistas Personal de laboratorios de ensayo

4. CONFORMACIÓN DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN

El equipo de investigación que será responsable de la ejecución del proyecto de investigación, así como el tiempo que le dedicará a la misma, se presentan en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Responsables del proyecto de investigación

Investigador / Colaborador	Grado académico	Estado en régimen	Función en el proyecto	Dedicación semanal (horas)	Meses
Mónica Jiménez Acuña	Licenciatura	Interino	Investigador principal	4	11

Propuesta LM-PI-UI-001-11	Fecha de emisión: 14 de febrero de 2011	Página 13 de 17
---------------------------	---	-----------------



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

Andrea Ulloa Calderón	Licenciatura	Interino	Investigador asociado	4	11
	Estudiante universitario	NA	Asistente de investigación	8	5





5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	17-21 ene	24-28 ene	31 ene-4 feb	7-11 feb	14-18 feb	21-25 feb	28 feb-4 mar	7-11 mar	14-18 mar	21-25 mar	28 mar-01 abr	4-8 abr	12-15 abr	18-22 abr	25-29 abr	2-6 may	9-13 may	16-20 may	23-27 may	30 may-3 jun	6-10 jun	13-17 jun	20-24 jun	27 jun-1 jul	4-8 jul	
Elaboración de la propuesta	X																									
Presentación de nuevo cronograma		X																								
Llegada de molino coloidal nuevo	X	X	X																							
Puesta en marcha del molino nuevo				X	X	X	X	X	X	X																
Reunión para revisar el avance de la implementación											X															
Producción de emulsión para encontrar la dosificación												X	X		X											
Revisión de los métodos TB111 y TB113																X										
Producción de la emulsión óptima (Video)																X	X	X	X	X						
Preparación de la granulometría (Video)																X	X	X	X	X						
Ensayos de mezclas de prueba TB 113 y consistencia TB 106 (Video)																	X	X	X	X						
Reunión para revisar los resultados de las mezclas																					X					
Ensayos de cohesión TB 139 (Video)																						X	X	X		
Reunión para revisar los resultados de cohesión																									X	
	11-15 jul	18-22 jul	26-29 jul	1-5 ago	8-12 ago	16-19 ago	22-26 ago	29 ago-2 set	5-9 set	12-16 set	19-23 set	26-30 set	3-7 oct	10-14 oct	17-21 oct	24-28 oct	31 oct-4 nov	7-11 nov	14-18 nov	21-25 nov	28 nov-3 dic	5-9 dic	12-16 dic			
Ensayos de rueda cargada TB 109 (Video)	X	X	X																							
Ensayos de abrasión en pista húmeda TB 100 (Video)				X	X	X																				
Reunión para revisar los resultados de rueda cargada y pista húmeda							X																			
Análisis de datos								X	X	X	X															
Edición de los videos												X	X	X	X	X	X	X								
Preparación de Manual de aplicación (avance 75%)												X	X	X	X											
Preparación material para curso																X	X	X	X	X						
Logística para dar el curso en 2012																					X	X	X			



6. RECURSOS NECESARIOS

Los recursos necesarios para la ejecución adecuada del proyecto de investigación se detallan en las siguientes tablas.

Tabla 3. Administración, transporte de materiales y ponencias (US\$)

Descripción	Justificación	Valor
Logística para curso de capacitación	Coordinar con la Unidad de Capacitación del PITRA, pago profesor	\$ 1000
Agregado para curso	Obtener material fino para el curso práctico	\$ 500
Papelaría, fotocopias	Informes, documentación para curso	\$ 500
Total		\$ 2000

Tabla 4. Descripción de los ensayos de campo/laboratorio a realizar

Ensayo	Justificación	Cantidad
Fabricación emulsión asfáltica	Para fabricar la mezcla de los sellos	15
En la emulsión ASTM D 2397		
Viscosidad Saybolt Furol a 25 °C(seg)	Para cumplir con las especificaciones	15
Porcentaje de estabilidad de almacenamiento en 24 h (%)	Para cumplir con las especificaciones	15
Ensayo de la carga de la partícula	Para cumplir con las especificaciones	15
Porcentaje de mezclado del cementante asfáltico (%)	Para cumplir con las especificaciones	15
Porcentaje retenido en el tamiz (%)	Para cumplir con las especificaciones	15
Destilación Porcentaje de residuo (%)	Para cumplir con las especificaciones	15
En el residuo de la destilación		
Penetración a 25 °C	Para cumplir con las especificaciones	15
Ductilidad a 25 °C (cm)	Para cumplir con las especificaciones	15
Porcentaje de solubilidad en tricloroetileno (%)	Para cumplir con las especificaciones	15
Agregado		
Granulometría AASHTO T 27 y T 11	Para cumplir con las especificaciones	1
Abrasión Los Ángeles, AASHTO T 96	Para cumplir con las especificaciones	1
Equivalente de arena, AASHTO T 176	Para cumplir con las especificaciones	1
Durabilidad por acción de los sulfatos, AASHTO T 104	Para cumplir con las especificaciones	1
Azul de metileno	Para cumplir con las especificaciones	1
Mezcla sellos de lechada asfáltica		
Ensayos de mezclas de prueba TB 113	Para encontrar las dosificaciones iniciales de agua, emulsión y aditivos	15
Consistencia TB 106	Para cumplir con el flujo	5
Ensayos de cohesión TB 139	Para encontrar los tiempos de rompimiento y apertura al tránsito	5
Ensayos de rueda cargada TB 109	Para medir la adherencia y exudación del asfalto	25
Ensayos de abrasión en pista húmeda TB 100	Para medir la pérdida de agregado	25
Propuesta LM-PI-UI-001-11	Fecha de emisión: 14 de febrero de 2011	Página 16 de 17



7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. International Slurry Surfacing Association. A-105 Recommended performance guidelines for emulsified asphalt slurry seal. Maryland, Estados Unidos (2005) 16 pp.
2. International Slurry Surfacing Association. Technical bulletins. Maryland, Estados Unidos (2007) 46 pp.
3. Asphalt Institute. A basic asphalt emulsion manual, MS-19. Kentucky, Estados Unidos. Tercera Edición. 93 pp.
4. American Association of State Highway and Transportation Officials. Emulsified Asphalt, M 140. Washington D.C., Estados Unidos, 27ava Edición, (2007). pp. M140-1
5. American Association of State Highway and Transportation Officials. Cationic Emulsified Asphalt, M 208 Washington D.C., Estados Unidos, 27ava Edición, (2007). pp. M208-1
6. ASTM Standards Worldwide. Standard Practices for Design, Testing, and Construction of Slurry Seal D3910. Estados Unidos. (2008) 6 pp.
7. Valley Slurry Seal, Co. Slurry Seal General Overview. California, Estados Unidos. (2001) http://www.slurry.com/cont_slurryoverview.shtml
8. Alan Yamada. Asphalt Seal-Coat Treatments. United States Department of Agriculture, Forest Services. California, Estados Unidos, (1999) <http://www.fs.fed.us/eng/pubs/html/99771201/99771201.htm>
9. Ministerio de Economía, Industria y Comercio, MEIC. Reglamento Técnico Centroamericano. Productos de Petróleo. Asfaltos. Especificaciones. RTCA-75.01.22:04. 15 pp.
10. Dávila, Lito. Guía básica para el diseño de mezclas asfálticas densas semilíquidas: morteros asfálticos (slurry seal) y micropavimentos (microsurfacing). Perú. 20 pp.
11. Clark County Public Works Construction Management Division. Slurry seals. Nevada, Estados Unidos. (2005) 34 pp.