

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“ESTUDIO SOBRE LA UTILIZACIÓN DE EMULSIONES EN
IMPRIMACIÓN Y TRATAMIENTOS ASFÁLTICOS”**

Por:

RAMOS MERILES JULIA NICELIA

Diciembre de 2012

TARIJA-BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“ESTUDIO SOBRE LA UTILIZACIÓN DE EMULSIONES EN
IMPRIMACIÓN Y TRATAMIENTOS ASFÁLTICOS”**

Por:

RAMOS MERILES JULIA NICELIA

Proyecto de Ingeniería civil II presentado a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO" como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

Diciembre de 2012

TARIJA-BOLIVIA



V°B°

.....
Ing. Jhonny Mario Orgaz Fernández
DOCENTE GUÍA
PROYECTO DE GRADO

.....
Msc. Ing. Luis Alberto Yurquina F.
DECANO
FAC. DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

.....
Msc. Ing. Lic. Clovis Gustavo Succi Aguirre
VICE DECANO
FAC. DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

.....
Ing. Laura Karina Soto Salgado

.....
Ing. Fernando Ernesto Mur Lagraba

.....
Ing. Eusebio Ortega Alvarado



El tribunal calificador del presente proyecto, no se solidarizan con los términos, la forma, los modos y las expresiones empleadas en la elaboración del presente trabajo siendo los mismos únicamente responsabilidad del autor



DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi madre Elisea Meriles, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo, todo esto te lo debo a ti. ¡Te quiero mucho!

A mi padre Ariel Ramos, que aunque en el cielo se encuentra.....siempre su recuerdo estará presente en mi mente y corazón, dándome la fortaleza y motivo para seguir superándome.

A mis hermanas, Yanet, Yenny y Mabelí, que de alguna manera lograron que mis ánimos por seguir adelante y surgir se alimentaran cada día más.

A mis sobrinos, para que vean en mí un ejemplo a seguir.

A Néstor, por haber confiado en mí y haber sabido entenderme y apoyarme en todo momento, te quiero mucho.



AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por ser mi principal guía, por darme la fuerza necesaria para salir adelante y lograr alcanzar esta meta.

A mi familia quien confió en mí y me brindo palabras de exhortación y entusiasmo para llegar hasta el final y procurar ser mejor cada día.

A mi Docente Guía, Ing. Jhonny Orgaz que con paciencia supo transmitir sus conocimientos, colaborando de esta forma para la elaboración de este proyecto.

Al Ing. Hugo Camponovo Ulloa, gerente general del Consorcio Empresas Unidas, quien me prestó toda la colaboración para el desarrollo de este trabajo. A todos aquellos docentes de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”, quienes son los portadores de mis conocimientos, que con agrado, supieron darme una acertada orientación.

En fin, a todas aquellas personas que de una u otra forma, y de manera desinteresada, me brindaron toda la ayuda necesaria con la finalidad de lograr el desarrollo de un buen trabajo.

Gracias!!



PENSAMIENTO

La esperanza no es la convicción de que las cosas saldrán bien, sino la certidumbre de que algo tiene sentido, sin importar su resultado final.

Autor anónimo



ÍNDICE

DEDICATORIA
AGRADECIMIENTO
PENSAMIENTO
RESUMEN

CAPÍTULO I

ESTUDIO SOBRE LA UTILIZACIÓN DE EMULSIONES EN IMPRIMACIÓN Y TRATAMIENTOS ASFÁLTICOS

1.1	Generalidades.....	22
1.2	Antecedentes.....	23
1.3	Justificación.....	25
1.4	Objetivos.....	27
1.4.1	Objetivo General.....	27
1.4.2	Objetivos Específicos.....	27
1.5	Alcance.....	28
1.6	Metodología y Medios.....	29
1.6.1	Metodología.....	29
1.6.2	Medios.....	31

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES DE LAS EMULSIONES

2.1	Generalidades.....	33
2.2	Definición.....	34
2.3	Tipos De Emulsiones.....	35
2.3.1	Emulsiones Aniónicas.....	35
2.3.2	Emulsiones Catiónicas.....	37
2.4	Composición de las Emulsiones Asfálticas.....	39
2.4.1	El Cemento Asfaltico.....	40



2.4.2 El Agua.....	41
2.4.3 El Emulsificante.....	42
2.4.3.1 Los Emulsificantes Aniónicos.....	44
2.4.3.2 Los Emulsificantes Catiónicos.....	44
2.5 Rompimiento y Curado de las Emulsiones ASFálticas.....	46
2.5.1 Rotura.....	46
2.5.2 Curado.....	48
2.5.3 Factores que Afectan la Rotura y el Curado.....	49
2.6 Requisitos de Calidad para Emulsiones ASFálticas.....	50
2.7 Elaboración de Emulsiones ASFálticas.....	51
2.7.1 Equipo de Emulsificación.....	52
2.7.2 Proceso de Emulsificación.....	52
2.8 Propiedades Básicas de las Emulsiones.....	54
2.8.1 Estabilidad en el Almacenamiento.....	54
2.8.2 Estabilidad de la Emulsión Ante los Agregados Pétreos.....	56
2.8.3 Características del Residuo.....	56
2.9 Almacenamiento, Manipulación y Muestreo.....	57
2.9.1 Almacenamiento de Emulsiones ASFálticas.....	57
2.9.2 Manipulación de Emulsiones ASFálticas.....	58
2.10 Ensayos de Emulsiones.....	62
2.11 Selección de Emulsiones ASFálticas del Tipo y Grado Correctos.....	67
2.11.1 Usos Generales de las Emulsiones.....	68

CAPÍTULO III

UTILIZACIÓN DE EMULSIONES EN IMPRIMACIÓN Y TRATAMIENTOS ASFÁLTICOS

3.1 Tratamientos Superficiales.....	72
3.1.1 Usos de los Tratamientos de Superficie.....	73
3.1.2 Materiales para Tratamientos de Superficie.....	74
3.1.2.1 Emulsión ASFáltica.....	75



3.1.2.2 Agregados.....	76
3.1.3 Tipos de Tratamientos y Sellados.....	79
3.1.3.1 Tratamiento Superficial Simple.....	79
3.1.3.2 Tratamientos Superficiales Múltiples.....	83
3.1.3.3 Cape Seal.....	84
3.1.3.4 Sellado Doble (Sandwich Seal).....	84
3.1.3.5 Sellado de Arena (Sand Seal).....	85
3.1.3.6 Lechada Asfáltica (Slurry Seal).....	85
3.1.3.7 Micro-Aglomerado (Micro-Surfacing).....	92
3.1.3.8 Riego de Sellado (Seal Coat).....	98
3.1.3.9 Riego Pulverizado (Fog Seal).....	98
3.1.4 Construcción de Tratamientos Superficiales.....	99
3.1.4.1 Distribuidor de Asfalto.....	99
3.1.4.2 Distribuidor de Agregados.....	101
3.1.4.3 Compactadores.....	103
3.1.4.4 Barredoras Mecánicas.....	104
3.1.4.5 Camiones.....	104
3.1.4.6 Secuencia de las Operaciones.....	105
3.1.4.7 Precauciones.....	106
3.1.4.8 Verificación de la Distribución Unitaria de Aplicación.....	107
3.2 Riegos de Imprimación.....	108
3.3 Dosificación de Tratamientos Superficiales.....	110
3.3.1 Consideraciones Previas.....	110
3.3.2 Métodos de Diseño.....	111
3.3.1.1 Determinación del Índice Laminar.....	114.
3.3.1.2 Factor de Tráfico.....	114
3.3.1.3 Métodos Empíricos de Dosificación.....	115
3.3.1.4 Método de Mc. Leod.....	115



CAPÍTULO IV

APLICACIÓN PRÁCTICA

4.1 Ubicación del Tramo en Estudio.....	118
4.1.1 Antecedentes.....	118
4.2 Caracterización de los Materiales Pétreos para Tratamientos.....	120
4.2.1 Ensayos de Caracterización.....	120
4.2.1.1 Ensayo de Granulometría.....	120
4.2.1.2 Ensayo de Peso Específico y Absorción de Agregado.....	125
4.2.1.3 Resistencia al Desgaste (Maquina de los Ángeles).....	128
4.2.1.4 Peso Unitario Suelto.....	131
4.2.1.5 Índice de Lajosidad o Laminaridad.....	133
4.3 Caracterización de las Emulsiones ASFálticas.....	134
4.3.1 Ensayos de Caracterización.....	134
4.3.1.1 Peso Específico.....	134
4.3.1.2 Carga de las Partículas.....	136
4.3.1.3 Viscosidad Saybolt Furol.....	137
4.3.1.4 Tamizado de la Emulsión ASFáltica.....	140
4.3.1.5 Sedimentación a los 5 Días.....	141
4.3.1.6 Residuo por Destilación.....	143
4.3.1.7 Penetración.....	145
4.3.1.8 Ductilidad.....	147
4.3.1.9 Solubilidad en Tetracloruro de Carbono.....	150
4.4 Control de Calidad de la Mezcla Agregado- Emulsión ASFáltica.....	152
4.4.1 Ensayo de recubrimiento y adherencia.....	152
4.5 Ejecución de la Imprimación y el Tratamiento Superficial con Emulsión ASFáltica (CRS-2h).....	153
4.5.1 Planeamiento.....	153
4.5.2 Abastecimiento de Material.....	154
4.5.3 Imprimación de la Base.....	156



4.5.4 Preparación del Sustrato para el tratamiento superficial triple.....	158
4.5.5 Dosificación del Ligante y Agregado.....	159
4.5.5.1 Diseño Tratamiento Superficial Triple con Emulsión Asfáltica – Método de Mc Leod.....	159
4.5.5.2 Diseño Tratamiento Superficial Triple con Emulsión Asfáltica – Método Directo (Stratura Asfaltos-Ex Ipiranga).....	164
4.5.6 Aplicación Mecánica del Ligante.....	167
4.5.7 Aplicación Mecánica del Árido.....	169
4.5.8 Compactación.....	171
4.5.9 Ejecución del Baño Diluido.....	173
4.5.10 Juntas.....	173
4.5.11 Aplicación Manual.....	174
4.5.12 Limpieza Final.....	175
4.5.13 Control Tecnológico.....	175
4.5.13.1 Materiales.....	175
4.5.13.2 Tasa del Ligante.....	175
4.5.13.3 Tasa del Árido.....	176
4.6 Comparación Técnico-Económica del Uso de Emulsiones y Asfaltos Diluidos para Riegos de Imprimación.....	182
4.6.1 Comparación Técnica.....	182
4.6.2 Comparación Económica.....	183
4.6.2.1 Costo Unitario de Aplicación de Riego de Imprimación con Emulsión Asfáltica.....	183
4.6.2.2 Costo Unitario de Aplicación de Riego de Imprimación con Asfalto Diluido Mc-30.....	184
4.7 Control Y Protección Ambiental.....	186
4.7.1 Medidas De Mitigación Y Seguridad Ocupacional.....	187
4.8 Análisis de los resultados.....	188
4.8.1 Sobre el Agregado Pétreo.....	188
4.8.2 Sobre la Emulsión Asfáltica.....	189



4.8.3 Sobre la Dosificación.....	191
4.8.4 Sobre el Proceso de Ejecución en Imprimación y Tratamiento Superficial Triple.....	191
4.8.3 Costos Unitarios.....	193

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Introducción.....	195
5.2 Conclusiones.....	195
5.3 Recomendaciones.....	196

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía.....	197
-------------------	-----



ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.2.1 Esquema del proceso de destilación.....	33
Fig. 2.2 Diagrama esquemático de una emulsión.....	35
Fig.2. 3 Emulsión Aniónica.....	36
Fig.2. 4 Glóbulo de Cemento Asfáltico Cubierto De Moléculas Del Agente Emulsionante.....	36
Fig. 2.5 Situación del Glóbulo de Asfalto en la Emulsión Aniónica Terminada.....	37
Fig.2. 6 Esquema Sumersión de los Radicales en el Glóbulo de Asfalto.....	38
Fig. 2.7 Representación Esquemática de las Emulsiones Aniónica y Catiónica.....	43
Fig.2. 8 Orientación del Emulsificante en el Glóbulo del Ligante.....	44
Fig. 2.9 Proceso Inicial de Rompimiento de una Emulsión.....	47
Fig.2.10 Planta para Producir Emulsión Asfáltica.....	51
Fig. 2.11 Ensayo de Destilación para Emulsiones Asfálticas.....	64
Fig. 2.12 Ensayo de Tamiz.....	65
Fig. 2.13 Ensayo de Viscosidad Saybolt-Furol.....	65
Fig. 3.1 Partículas Planas Quedan Sumergidas Cuando se Emplea el Asfalto Necesario para Retener a las Partículas Cubicas.....	79
Fig. 3.2 Equipo para Lechada Asfáltica.....	86
Fig. 3.3 Diagrama de una Típica Mezcladora para Lechadas Asfálticas.....	86
Fig. 3.4 Ejecución del Slurry Seal.....	92
Fig. 3.5 Acabado Final del Slurry Seal.....	92
Fig. 3.6 Angulo Correcto de Inclinación de los Picos.....	100
Fig. 3.7 La altura de la Barra de Riego debe Ajustarse para una Adecuada Cobertura.....	100
Fig. 3.8 Distribuidor de Agregados (adosado a la parte trasera del camion).....	102
Fig. 3.9 Compactador Sobre Rodillo Neumático Y Liso.....	103
Fig. 3.10 Barredora Mecánica.....	104
Fig. 3.11 Secuencia de Operación Constructiva.....	106
Fig. 3.12 Ejecución de la Imprimación.....	109
Fig. 4.1 Tramo Canaletas- Entre Ríos.....	119



Fig. 4.2 Ubicación Tramo de Estudio (Canaletas- Entre Ríos).....	119
Fig. 4.3 Ensayo de Caracterización de Agregados.....	121
Fig. 4.3.a Juego de Tamices a Emplearse y Agregado Destinado para Nuestro Estudio.....	121
Fig. 4.3.b Proceso de Tamizado del Agregado y Separación de Muestras Según las Aberturas de los Tamices.....	122
Fig. 4.4 Ensayo de Peso Específico y Absorción de Agregados.....	126
Fig. 4.4.a Muestra utilizada	126
Fig. 4.4.b Pesaje de la Muestra.....	126
Fig. 4.4.c Saturación de la muestra durante 24 horas.....	126
Fig. 4.4.d Secado del Agregado Saturado en Agua Durante 24 Horas.....	126
Fig. 4.4.e Peso Sumergido en Agua.....	127
Fig. 4.5 Tambor para Medir la Resistencia al Desgaste de los Agregados.....	128
Fig. 4.5.a Equipo para el Desgaste de los Ángeles.....	129
Fig. 4.5.b Tamizado y Pesaje de la Muestra.....	129
Fig. 4.5. c Colocación de la Muestra y las Esferas dentro del Tambor.....	129
Fig. 4.5.d Muestra Resultante y Esferas Utilizadas en el Ensayo de Abrasión	129
Fig. 4.5.e Tamizado de la Muestra Resultante y Pesaje del Agregado Retenido en la Malla N°12.....	130
Fig. 4.6 Ensayo de Peso Específico Suelto.....	131
Fig. 4.7 Ensayo de Laminaridad del Agregado Pétreo.....	133
Fig. 4.8 Ensayo de Peso Específico de la Emulsión Asfáltica.....	135
Fig. 4.8.a Llenado de los picnómetros con la emulsión.....	135
Fig. 4.8.b Tapado de los picnómetros.....	135
Fig. 4.8.c Picnómetros Completamente Llenos.....	135
Fig. 4.8.d Pesaje de los Picnómetros con la Muestra.....	135
Fig. 4.9 Ensayo de Viscosidad Saybolt-Furol de la Emulsión Asfáltica.....	138
Fig. 4.9.a Muestra a ser utilizada para el ensayo.....	138
Fig.4.9.b Muestra sumergida en agua a una temperatura de 71°C.....	138
Fig. 4.9.c Colocación del matraz en el viscosímetro.....	138



Fig. 4.9.d Vaciado de la muestra en el viscosímetro.....	138
Fig. 4.9.e Viscosímetro lleno con la muestra de emulsión.....	138
Fig. 4.9.f Cronometraje y vaciado de la muestra a través del orificio del viscosímetro saybolt-furol.....	139
Fig. 4.10 Pesaje del Tamiz N°20 Para la Realización del Ensayo.....	140
Fig. 4.10.a Lavado de la Muestra y Pesaje del Material Retenido en el Tamiz.....	140
Fig. 4.11 Ensayo de Sedimentación.....	142
Fig. 4.11.a Probetas Llenas de Muestra de Emulsión.....	142
Fig. 4.11.b Identificación de Frascos para cada una de las Muestras.....	142
Fig. 4.11.c Separación de Muestras Superiores e Inferiores Correspondientes A 55 Grs.....	142
Fig.4.12 Pesaje del Equipo de Destilación y la Emulsión.....	144
Fig. 4.12.a Pesaje del Alambique y los Accesorios.....	144
Fig. 4.12.b Pesaje de la Muestra de Emulsión.....	144
Fig. 4.13 Destilación de la Muestra.....	144
Fig. 4.14 Ensayo de Penetración.....	146
Fig. 4.14.a Vaciado del Residuo en los Recipientes.....	146
Fig.4.14.b Aparato de Penetración.....	146
Fig. 4.14.c Colocación de la Aguja del Penetrómetro en la Superficie de la Muestra.....	146
Fig.4.14.d Cronometraje del Tiempo de Penetración.....	146
Fig. 4.15 Preparación de los Moldes para el Ensayo de Ductilidad.....	148
Fig. 4.15.a Untado de los Moldes con la Mezcla de Glicerina y Talco.....	148
Fig.4.15.b Vaciado de la Muestra Dentro de los Moldes.....	148
Fig. 4.15.c Moldes Llenos de la Muestra	148
Fig. 4.15.d Placa y Moldes con la Muestra Llevados a Baño de Agua.....	148
Fig. 4.15.e Preparación de la Maquina Probadora de Ductilidad.....	149
Fig.4.15.f Ensayo de Ductilidad.....	149
Fig. 4.16 Ensayo de Solubilidad.....	151
Fig. 4.16.a Pesaje del Matraz y la Muestra para el Ensayo.....	151



Fig. 4.16.b Añadido del Tetracloruro de Carbono a la Muestra.....	151
Fig. 4.17 Emulsión CRS-2h.....	154
Fig. 4.18 Árido para el Tratamiento Superficial Triple.....	155
Fig. 4.19 Base Nueva.....	156
Fig.4. 20 Imprimación de la Base.....	158
Fig.4.21 Limpieza de la Superficie a Regar.....	158
Fig. 4.22 Esparcidor del Ligante.....	167
Fig. 4.23 Control de la Temperatura del Ligante.....	167
Fig. 4.24 Ejecución del Regado de la Emulsión.....	168
Fig. 4.25 Regado de la Emulsión.....	168
Fig. 4.26 Preparación del Distribuidor del Árido.....	169
Fig. 4.27 Control de la Caja Adosada al Camión de Agregados.....	170
Fig. 4.28 Esparcido del Agregado.....	170
Fig. 4.29 Equipo de Compactación.....	172
Fig. 4.30 Compactación de la Superficie.....	172
Fig. 4.31 Ejecución del Baño Diluido.....	173
Fig. 4.32 Realizado de Juntas Transversales.....	174
Fig. 4.33 Esparcimiento del Árido y el Ligante Manualmente.....	175
Fig.4.34 Control de la Tasa de Agregado en Obra.....	176



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 ESPECIFICACIONES PARA EMULSIONES ANIÓNICAS (AASHTO T 140 -70).....	50
TABLA 2.2 ESPECIFICACIONES PARA EMULSIONES CATIÓNICAS (AASHTO T-208).....	50
TABLA 2.3 TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO PARA EMULSIONES ASFÁLTICAS.....	58
TABLA 2.4 GUÍA DE LAS CONDICIONES EXIGIDAS ENTANQUES DESAGOTADOS ANTES DE LA CARGA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA.....	60
TABLA 2.5 POSIBLES CAUSAS DE CONTAMINACIÓN DE MATERIAL ASFÁLTICO O DE MUESTRAS, Y PRECAUCIONES RECOMENDADAS.....	61
TABLA 2. 5a – VEHÍCULOS Y TRANSPORTISTAS.....	61
TABLA 2.5 b – EQUIPAMIENTO Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE LA PLANTA DE MEZCLADO.....	61
TABLA 2.5 c – MUESTRAS NO REPRESENTATIVAS O CONTAMINADAS.....	62
TABLA 2.6 USOS GENERALES DE LAS EMULSIONES.....	71
TABLA 3.1 TRATAMIENTOS DE SUPERFICIE Y RIEGOS DE SELLADO CON EMULSIONES ASFÁLTICAS.....	77
TABLA 3.2 TEMPERATURAS SUGERIDAS PARA EL RIEGO, PARA VÁRIOS GRADOS DE EMULSIÓN ASFÁLTICA.....	79
TABLA 3.3 CANTIDADES DE ASFALTO Y AGREGADO PARA TRATAMIENTOS SUPERFICIALES SIMPLES.....	81
TABLA 3.4 CANTIDADES DE ASFALTO Y AGREGADO PARA TRATAMIENTOS SUPERFICIALES DOBLES.....	82
TABLA 3.5 CANTIDADES DE ASFALTO Y AGREGADO PARA TRATAMIENTOS SUPERFICIALES TRIPLES.....	82
TABLA 3.6 GRANULOMETRÍAS PARA LECHADAS ASFÁLTICAS.....	87
TABLA 3.7 GRANULOMETRÍAS PARA MICRO-AGLOMERADOS.....	96



TABLA 3.8 FACTORES DE TRÁFICO.....	115
TABLA 3.9 FACTOR DE PERDIDA DEL ÁRIDO.....	116
TABLA 3.10 VALORES DE CORRECCION POR TEXTURA DE LA CALZADA.....	117
TABLA 4.1 REQUISITOS DE GRADACIÓN DE AGREGADOS PARA TRATAMIENTOS SUPERFICIALES TRIPLES.....	121
TABLA 4.2 RESULTADOS ANALISIS GRANULOMÉTRICO.....	122
TABLA 4.3 RESULTADOS PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO.....	127
TABLA 4.4 RESULTADOS RESISTENCIA AL DESGASTE DE LOS ÁNGELES.....	130
TABLA 4.5 RESULTADOS PESO UNITARIO SUELTO.....	132
TABLA 4.6 RESULTADOS INDICE DE LAMINARIDAD.....	134
TABLA 4.7 RESULTADOS ENSAYO PESO ESPECÍFICO 25°C (T=25°C).....	136
TABLA 4.8 RESULTADOS ENSAYO CARGA DE LAS PARTÍCULAS.....	137
TABLA 4.9 RESULTADOS ENSAYO VISCOSIDAD SAYBOLT FUROL (AASHTO T-72).....	139
TABLA 4.10 RESULTADOS ENSAYO TAMIZADO DE LA EMULSIÓN ASFÁLTICA.....	141
TABLA 4.11 RESULTADOS ENSAYO DE SEDIMENTACIÓN A LOS 5 DÍAS.....	142
TABLA 4.12 RESULTADOS ENSAYO DEL RESIDUO DE DESTILACIÓN.....	145
TABLA 4.13 RESULTADOS ENSAYO DE PENETRACION.....	147
TABLA 4.14 RESULTADOS ENSAYO DE DUCTILIDAD.....	150
TABLA 4.15 RESULTADOS ENSAYO DE SOLUBILIDAD EN TETRACLORURO DE CARBONO.....	152
TABLA 4.16 RESULTADOS ENSAYO DE RECUBRIMIENTO Y ADHERENCIA AGREGADO – EMULSIÓN.....	153
TABLA 4.17 CONTROL DE TASAS PARA IMPRIMACIÓN BITUMINOSA.....	157



TABLA 4.18 RESULTADO FINAL DOSIFICACIÓN AGREGADO-LIGANTE (METODO MC LEOD).....	164
TABLA 4.16 DOSIFICACIÓN DEL LIGANTE Y AGREGADOS.....	164
TABLA 4.17 DE CONTROLES EN OBRA DE TASAS DEL LIGANTE.....	166
TABLA 4.18 DE CONTROL EN OBRA DE TASAS DEL AGREGADO.....	155
TABLA 4.19 DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS MÉTODO DIRECTO.....	164
TABLA 4.19 a- AGREGADO.....	164
TABLA 4.19 b- OBSERVACIONES.....	165
TABLA 4.19 c- TASAS AGREGADOS-LIGANTE.....	165
TABLA 4.19 d- OBSERVACIONES.....	166
TABLA 4.20 RESULTADO FINAL DOSIFICACIÓN AGREGADO-LIGANTE (MÉTODO DIRECTO).....	166
TABLA 4.21 CONTROL DE TASAS PARA TRATAMIENTO SUPERFICIAL TRIPLE - PRIMERA CAPA.....	178
TABLA 4.22 CONTROL DE TASAS PARA TRATAMIENTO SUPERFICIAL TRIPLE - SEGUNDA CAPA.....	179
TABLA 4.23 CONTROL DE TASAS PARA TRATAMIENTO SUPERFICIAL TRIPLE - TERCERA CAPA.....	180
TABLA 4.24 CONTROL DE TASAS PARA TRATAMIENTO SUPERFICIAL TRIPLE - BAÑO DILUIDO.....	181



ÍNDICE ANEXOS

ANEXO I ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO

Imprimación Bituminosa.....	A-1
Tratamientos Bituminosos (Tratamiento Superficial Triple).....	A-8

ANEXO II GUÍAS DE ENSAYO DE AGREGADOS

Análisis Granulométrico de Agregados Gruesos y Finos A.A.S.H.T.O. T-27.....	A-17
Resistencia al Desgaste de los Agregados de Tamaños Menores de 37.5 Mm (1½") por medio de la Maquina de los Ángeles A.A.S.H.T.O. T – 96.....	A-23
Peso Específico y Absorción de Agregados Gruesos A.A.S.H.T.O. T – 85.....	A-29
Ensayo de Adherencia Árido-Ligante A.A.S.H.T.O. T 182- 84.....	A-35

ANEXO III GUÍAS DE ENSAYO A EMULSIONES ASFÁLTICAS

Destilación de Emulsiones Asfálticas A.A.S.H.T.O. T59 – 97.....	A-37
Tamizado de las Emulsiones Asfálticas A.A.S.H.T.O. T59 – 97.....	A-44
Viscosidad Saybolt de Emulsiones Asfálticas A.A.S.T.H.O T59 – 97.....	A-47
Solubilidad del Cemento Asfaltico en Tetracloruro de Carbono A.A.S.H.T.O T 44.....	A-53
Ductilidad de los Materiales Asfalticos A.A.S.H.T.O. T 51.....	A-59
Penetración de los Materiales Asfalticos A.A.S.H.T.O T – 49.....	A-65
Sedimentación en las Emulsiones Asfálticas A.A.S.H.T.O T-59.....	A-75
Carga de las Partículas de las Emulsiones Asfálticas A.A.S.H.T.O .T-59.....	A-78

ANEXO IV COSTOS UNITARIOS

Imprimación Bituminosa con Emulsión Asfáltica CRS-2h.....	A-81
Tratamiento Superficial Triple con Emulsión Asfáltica CRS-2h.....	A-82