

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DPTO. DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN



**“INFLUENCIA DE LA HUMEDAD RELATIVA EN EL COMPORTAMIENTO Y
DETERIORO DE MATRICES ASFÁLTICAS FINAS”**

Por:

MAURICIO MIRANDA DELGADO

Proyecto presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO” como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura de Ingeniería Civil.

Gestión 2015

TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DPTO. DE TOPOGRAFÍA Y VIAS DE COMUNICACIÓN

**“INFLUENCIA DE LA HUMEDAD RELATIVA EN EL COMPORTAMIENTO Y
DETERIORO DE MATRICES ASFÁLTICAS FINAS”**

Por:

MAURICIO MIRANDA DELGADO

Gestión 2015

TARIJA – BOLIVIA

.....
M.Sc. Ing. Ernesto Álvarez Gozalvez

**DECANO - FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

.....
M.Sc. Ing. Silvana Paz Ramírez

**VICEDECANA - FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

TRIBUNAL:

.....
M.Sc. Ing. Jhonny Mario Orgaz Fernández

.....
Ing. Ricardo Morales Retamozo

.....
M.Sc. Ing. Mabel Zambrana Velasco

El Docente y tribunal evaluador del Proyecto de Ingeniería civil no se solidarizan con los términos, la forma, los modos y las expresiones empleados en la elaboración del presente trabajo, siendo los mismos únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIA:

El presente trabajo se lo dedico a mi familia que gracias a su apoyo pude concluir la carrera.

A mi padre por brindarme los recursos necesarios y por estar a mi lado apoyándome y aconsejándome.

A mi madre por hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos enseñanzas y amor.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome.

A todo el resto de mi familia y amigos que de una u otra manera me han llenado de sabiduría para concluir con mi trabajo.

A todos en general por darme el tiempo para realizarme profesionalmente

AGRADECIMIENTO:

A los docentes de la carrera de Ingeniería Civil por haber transmitido sus conocimientos y contribuido en mi formación profesional.

PENSAMIENTO

“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber”

- Albert Einstein

CAPÍTULO I.

	Página
1.1. Introducción	1
1.2. Justificación	3
1.3. Diseño Teórico	4
1.3.1. Planteamiento del problema	4
1.3.1.1. Situación Problemática	4
1.3.1.2. Problema	4
1.3.2. Objetivos	5
1.3.2.1. Objetivo General	5
1.3.2.2. Objetivos Específicos	5
1.3.3. Hipótesis	6
1.3.4. Variables	6
1.4. Alcance	6
1.5. Diseño Metodológico	8
1.5.1. Unidad	8
1.5.2. Población	8
1.5.3. Muestra	8
1.5.4. Método	8
1.5.5. Análisis Estadístico	9

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

	Página
2.1. Introducción	11
2.2. Asfalto	12
2.2.1.1. Origen del asfalto	13
2.2.1.2. Fuentes del asfalto	14
2.2.2. Propiedades físicas y químicas del asfalto	16
2.2.2.1. Solubilidad:	18
2.2.2.2. Reactividad:	19
2.2.2.3. Viscosidad	20
2.3. Agregados en mezcla asfáltica	20
2.3.1. Clasificación de los agregados para mezclas asfálticas	21
2.3.1.1. Agregados según su naturaleza	21
2.3.1.2. Agregados según su origen	23
2.3.1.3. Agregados según su tamaño	24
2.3.1.4. Agregado según su adhesividad	25
2.4. Mezclas Asfálticas	25
2.4.1. Definición de mezclas asfálticas	25
2.4.2. Propiedades que deben cumplir las mezclas asfálticas en los pavimentos	25
2.4.3. Funcionalidad de las mezclas asfálticas en firmes.....	26
2.4.4. Propiedades de las mezclas asfálticas para las capas de rodadura	28
2.4.5. Propiedades de las mezclas asfálticas para capas inferiores	28
2.5. Clasificación de mezclas asfálticas.	29
2.6. Mezclas asfálticas finas	31
2.7. Matriz asfáltica fina.	31
2.8. Diferencia existente entre la matriz asfáltica fina y la matriz asfáltica gruesa	31
2.9. Humedad del aire	31

	Página
2.9.1. Humedad absoluta	32
2.9.2. Humedad específica	32
2.9.3. Humedad relativa	32
2.9.4. Presión parcial del vapor de agua	33
2.9.5. Presión de saturación	34
2.9.6. Punto de rocío	34
2.9.7. Humedad Natural	35
2.9.8. Humedad Higroscópica.....	35
2.10. Características de los materiales utilizados en las briquetas	36
2.10.1. Requisitos del agregado pétreo	36
2.10.2. Ensayos del agregado pétreo	36
2.10.2.1. Método para determinar la granulometría del agregado.....	36
2.10.2.2. Peso específico relativo	37
2.10.2.3. Equivalente de arena (ASTM D2419)	39
2.10.3. asfalto tipo 85 /100	46
2.10.3.1. Peso específico.	46
2.10.3.2. Método de ensayo de penetración (ASTM D 5 AASHTO T49-97)....	47
2.10.3.3. Punto de ignición.	52
2.10.3.4. Método para determinar la ductilidad (ASTM D 113 ASHTO T51-00).....	52
2.10.3.5. Método para determinar la viscosidad cinemática (ASTM D 2170 AASHTO T201-01)	56
2.10.3.6. Punto de: Temperatura de mezclado, Temperatura de compactado.....	63
2.10.4. Briquetas	63
2.10.5. Compactación de las muestras o briquetas	64

	Página
2.10.6. Procedimiento de ensayo de estabilidad y fluencia por la prensa Marshall.....	64
2.11. Montaje experimental para determinar la influencia de humedad relativa.....	67
2.11.1. Equipo a utilizar	67
2.11.2. Procedimiento	67
2.12. Análisis estadístico	68
2.12.1. Media aritmética	68
2.12.2. Desviación estándar	69
2.12.3. Ajuste de graficas a Regresiones Estadísticas.....	69
2.12.4. Resultados y graficas	69

CAPÍTULO III

INVESTIGACIÓN SOBRE LA INFLUENCIA DE LA HUMEDAD RELATIVA EN EL COMPORTAMIENTO Y DETERIORO

DE LA MATRIZ ASFÁLTICA FINA

	Página
3.1. Determinación de las muestras de investigación	71
3.1.1. Ubicación de la obtención del material	71
3.2. Características del agregado pétreo	72
3.2.1. Granulometría del agregado	72
3.2.2. Peso específico relativo	73
3.2.3. Equivalente de arena	73
3.3. Característica del Asfalto Betupen Plus	74
3.3.1. Peso Específico	74
3.3.2. Penetración	74
3.3.3. Punto de Ignición	75
3.3.4. Ductilidad	75
3.3.5. Viscosidad	76
3.3.6. Proceso de obtención del contenido óptimo de asfalto	76
3.4. Tipo de sales higroscópicas utilizadas	77
3.5. Realización del ensayo de influencia de la humedad relativa en la matriz asfáltica fina	78
3.5.1. Equipo a utilizar	78
3.5.2. Materiales utilizados	78
3.5.3. Metodología experimental	78
3.6. Resultados obtenidos	79
3.6.1. Análisis de Resultados	81
3.7. Descripción del análisis estadístico.....	90

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
4.1. Conclusiones	93
4.2. Recomendaciones	95

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla N° 1. Requisitos de granulometría del material pétreo para Matriz Asfáltica Fina	36
Tabla N° 2. Requisitos de calidad del material pétreo para matriz Asfáltica Fina	36
Tabla N° 3. Tipos de termómetros utilizados para el ensayo de penetración.....	49
Tabla N° 4 Criterios de precisión en resultados del ensayo de penetración.....	51
Tabla N° 5 Aceptabilidad de resultados de ensayo para viscosidad cinemática.....	62
Tabla N° 6 Granulometría.....	72
Tabla N° 7 Sales higroscópicas	77
Tabla N° 8 Resultados de un tiempo de contacto de 30 min.....	79
Tabla N° 9 Resultados de un tiempo de contacto de 60 min.....	80
Tabla N° 10 Resultados de un tiempo de contacto de 24 horas.....	80
Tabla N° 11 Resultados de un tiempo de contacto de 24 horas dejando reposar 24 horas humedad ambiente	81
Tabla N° 12 de curvas de ajuste obtenidas	91

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Página
Gráfica N° 1 Detalle de aguja de ensayo de penetración.....	48
Gráfico N° 2. Molde para ductilidad de muestra de ensayo.....	56
Gráfico N° 3 Franja Granulométrica	72
Gráfica N° 4 Estabilidad vs Humedad Relativa (30 min y 60 min)	81
Gráfica N° 5 Estabilidad vs Humedad Relativa (t = 24 horas)	82
Gráfica N° 6 Estabilidad vs Humedad Relativa (24 horas de h. ambiental).....	83
Gráfica N° 7. Fluencia vs Humedad Relativa (30 min y 60 min)	84
Gráfica N° 8. Fluencia vs Humedad Relativa (t =24 horas).....	85
Gráfica N° 9 Fluencia vs Humedad Relativa (24 horas de h. ambiental).....	86
Gráfica N° 10Humedad Higroscópica vs Humedad Relativa (t = 30 min).....	87
Gráfica N° 11 Humedad Higroscópica Vs Humedad Relativa (t = 60 min).....	88
Gráfica N° 12 Humedad Higroscópica Vs Humedad Relativa (24 horas).....	89
Gráfica N° 13 Humedad Higroscópica Vs Humedad Relativa (24 horas de humedad ambiental)	90

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Clasificación de rocas según su naturaleza.....	22
--	----

ÍNDICE DE FOTOS

Página

Foto N° 1. Campamento del Molino “Planta de asfalto”	71
--	----

	Página
Foto N°2 Calibración del Frasco.....	73
FotoN°3 Peso Específico Agregado.....	73
Foto N° 4 Equivalente de Arena	73
Foto N°5 Baño María de picnómetros con asfalto	74
Foto N°6 Penetrómetro.....	74
Foto N° 7. Punto de Ignición.....	75
Foto N° 8. Ductilidad.....	75
Foto N° 9 Viscosidad.....	76
Foto N° 10 Briquetas obtenidas.....	76
Foto N° 11. Acondicionamiento experimental.....	78
Foto N° 12 Ruptura en Prensa Marshall.....	79

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía.....	96
-------------------	----

ANEXOS

