

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE
COMUNICACIÓN



CARACTERIZACIÓN DE UN MATERIAL ARENA-ASFALTO
NATURAL

POR:

ZÚÑIGA VELÁSQUEZ RODRIGO ANILDO

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

SEMESTRE - II - 2017

TARIJA - BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE
COMUNICACIÓN**

**CARACTERIZACIÓN DE UN MATERIAL ARENA-ASFALTO
NATURAL**

POR:

ZÚÑIGA VELÁSQUEZ RODRIGO ANILDO

SEMESTRE - II - 2017

TARIJA - BOLIVIA

DEDICATORIA

Una dedicación especial a mis padres **Anildo Zúñiga Velásquez** e **Irma Luz Velásquez Guerrero**, quienes son mi impulso y fortaleza, que me han transmitido su ejemplo de perseverancia y superación en mi lucha por alcanzar mis sueños y aspiraciones personales y profesionales

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Diseño teórico.....	3
1.3.1. Situación problemática.....	4
1.3.3. Alcance de la investigación.....	4
1.3.4. Objetivos de la investigación.....	6
1.3.5. Objetivo general.....	6
1.3.6. Objetivos específicos.....	6
1.3.7. Hipótesis.....	6
1.4. Diseño metodológico.....	8
1.4.1. Componentes.....	8
1.4.2. Unidad de estudio.....	8
1.4.3. Población.....	8
1.4.4. Muestra.....	8
1.4.5. Muestreo.....	9
1.4.6. Métodos y técnicas empleadas.....	11
1.5. Procedimiento para el análisis y la interpretación de la información.....	16

CAPÍTULO II.....	21
2.1. El cemento asfáltico.....	21
2.1.1. Definición.....	21
2.1.2. Refinación del petróleo crudo para la obtención del cemento asfáltico...22	
2.1.3. Ensayos para caracterizar el cemento asfáltico.....	24
2.2. Emulsiones asfálticas.....	27
2.2.1. Generalidades.....	27
2.2.2. Clasificación de las emulsiones asfálticas.....	29
2.3. Agregados para el uso en mezclas asfálticas.....	32
2.3.1. Generalidades.....	32
2.3.2. Tipos de agregados utilizados en mezclas asfálticas.....	33
2.3.2.1. Agregado.....	33
2.4.1. Definición.....	43
2.4.2. Tipos de mezclas asfálticas.....	43
2.4.3. Características y propiedades de las mezclas asfálticas.....	46
2.5. Mezclas arena - asfalto.....	58
2.5.2. Técnicas con materiales asfálticos.....	58
2.5.3. Estabilización bituminosa.....	64
2.5.4. Principios de estabilización bituminosa.....	65

CAPÍTULO III.....	68
RELEVAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	68
3. CRITERIOS A UTILIZARSE.....	68
3.2. Criterios del uso de cemento asfáltico.....	72
3.3. Criterio para el número de ensayos a realizarse.....	75
3.4. Muestra.....	78
3.5. Muestreo.....	79
3.6. Levantamiento de la información.....	79
3.6.1. Ubicación de la fuente de los materiales a utilizarse.....	79
CAPÍTULO IV.....	80
4. ENSAYOS.....	80
4.1. Ensayo en el agregado (arena).....	80
4.1.1 Granulometría (ASTM C-71).....	80
4.1.3. Peso específico del agregado fino (ASTM D-128).....	84
4.1.4. Límites de Atterberg (Límite Líquido).....	88
4.2. Ensayo en el ligante asfáltico.....	91
4.2.1. Ensayo de viscosidad Saybolt Furol(ASTM E-102).....	91
4.2.2. Ensayo de penetración (ASTM D-5).....	92
4.2.3. Ensayo de ductilidad (ASTM D-113).....	93
4.2.5. Ensayo de peso específico (ASTM D-70).....	96
4.3. Mezcla asfáltica.....	98
4.3.1. Mezcla del agregado fino.....	98
4.3.2. Determinación del porcentaje óptimo de cemento asfáltico 85-100.....	102

4.3.2.1. Diseño de la mezcla asfáltica con el Método Marshall (ASTM D-1559).....	102
4.3.2.2. Preparación de las probetas.....	103
4.4. Desarrollo de las briquetas.....	108
4.5. Ensayo de estabilidad y fluencia.....	110
4.6. Preparación de briquetas con arena procedente de trituración.....	121
4.7. Corrección de la estabilidad y la fluencia.....	126
4.8. Cálculo de nivel de confianza.....	134
4.8.1.1. Arena de Trituración datos de Estabilidad.....	134
4.8.1.2. Arena de Trituración datos de Fluencia.....	137
4.8.2.1. Arena río Santa Ana datos de Estabilidad.....	141
4.8.2.2. Arena río Santa Ana datos de Estabilidad.....	144
4.8.3.1 Arena río Santa Ana datos de Estabilidad.....	148
4.8.3.2. Arena río Santa Ana datos de Estabilidad.....	151
4.9. Análisis y comparación de los resultados.....	155
CAPÍTULO V.....	157
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	157
5.1. Conclusiones.....	157
5.2. Recomendaciones.....	159

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

- 1.1 .Ensayo de asfalto
- 1.2. Ensayo de la arena
- 1.3. Ensayo Marshall
2. Ensayos de laboratorios
3. Guía del procedimiento Marshall

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Planilla de características de ensayos.....	7
Tabla 2.	Planilla de muestreo.....	10
Tabla 3.	Tipos de dispersiones.....	28
Tabla 4.	Clasificación de emulsiones.....	31
Tabla 5.	Grados estándar del filler mineral.....	35
Tabla 6.	Valores recomendados para los V.A.M.....	52
Tabla 7.	Faja de trabajo de las mezclas arena-asfalto. Norma de especificación AASTHO.....	71
Tabla 8.	Numero de ensayos para el agregado.....	76
Tabla 9.	Número de ensayos para el cemento asfáltico.....	77
Tabla 10.	Variaciones del porcentaje de cemento asfáltico para obtener el porcentaje óptimo.....	77
Tabla 11.	Cantidad de ensayos a realizarse para obtener el porcentaje óptimo de cemento asfaltico.....	78
Tabla 12.	Especificación técnica del cemento asfáltico BETUNEL.....	79
Tabla 13.	Equivalente de la arena (Fuente natural: Procedencia rio Guadalquivir).	83
Tabla 14.	Equivalente de la arena (Fuente natural: Procedencia rio Santa Ana).....	83
Tabla 15.	Equivalente de la arena (Fuente: Procedencia de trituración Planta asfaltadora de La Pintada).....	84
Tabla 16.	Peso específico de la arena (Fuente: Procedencia de trituración Planta asfaltadora de La Pintada).....	85
Tabla 17.	Peso específico de la arena (Fuente natural: Procedencia rio Guadalquivir).....	87
Tabla 18.	Peso específico de la arena (Fuente natural: Procedencia rio Santa Ana)	87
Tabla 19.	Límites de Atterberg (Límite Líquido) (Fuente: Procedencia de trituración Planta asfaltadora de La Pintada).....	88
Tabla 20.	Límites de Atterberg (Límite Líquido) (Fuente natural: Procedencia rio Guadalquivir).....	89

Tabla 21.	Límites de Atterberg (Límite Líquido) (Fuente natural: Proceso Santa Ana).....	89
Tabla 22.	Resultados y comparaciones del agregado con la norma ASTM.....	90
Tabla 23.	Datos del ensayo de viscosidad.....	92
Tabla 24.	Datos del ensayo de penetración.....	93
Tabla 25.	Datos del ensayo de ductilidad.....	94
Tabla 26.	Datos del ensayo de punto de inflamación.....	95
Tabla 27.	Datos del ensayo de peso específico.....	97
Tabla 28.	Resultados y comparaciones de cemento asfáltico con norma ASTM....	98
Tabla 29.	Dosificación de los materiales planilla de granulometría proyectada (fuente natural: río Guadalquivir).....	99
Tabla 30.	Dosificación de los materiales planilla de granulometría proyectada (fuente natural: río Santa Ana).....	100
Tabla 31.	Dosificación de los materiales planilla de granulometría proyectada (fuente triturada).....	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama del proceso para la extracción del asfalto.....	23
Figura 2. Diagrama de una emulsión.....	28
Figura 3. Representación Pictórica.....	30
Figura 4. Distribución de esfuerzos.....	37
Figura 5. Distribución de volúmenes en una mezcla asfáltica.....	51
Figura 6. Diagrama de partículas en la mezcla asfáltica.....	53

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Granulometría y su respectiva faja de trabajo para una mezcla arena- asfalto.....	99
Gráfico 2. Granulometría y su respectiva faja de trabajo para una mezcla arena- asfalto.....	100
Gráfico 3. Dosificación de los materiales con su respectiva faja de trabajo.....	101