

	<b>GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>	<b>Código</b>	FO-SB- 12/v0
	<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>	<b>Página</b>	<b>1/1</b>

**RESUMEN TRABAJO DE GRADO**

**AUTOR(ES):**

**NOMBRE(S):** KAREN PATRICIA      **APELLIDOS:** JAIMES VEGA

**NOMBRE(S):** REINALDO      **APELLIDOS:** SOLEDAD IBAÑEZ

**FACULTAD:** INGENIERÍA

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA CIVIL

**DIRECTOR:**

**NOMBRE(S):** MARÍA      **APELLIDOS:** SEVILLA LEMUS

**TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS):** MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE MEDIANTE EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS BIOSANITARIOS TRATADOS (RBST) EN EL PARQUE TECNOLÓGICO AMBIENTAL GUAYABAL

**RESUMEN**

El proyecto de investigación tiene como finalidad establecer una dosificación para el mejoramiento del material de la subrasante existente en el parque tecnológico ambiental guayabal con el aprovechamiento de residuos biosanitarios tratados (RBST). Para ello, se elabora una investigación experimental, para obtener un primer conocimiento de la utilización de este residuo como material en la subrasante de la estructura de los pavimentos. En los resultados se estudia la trazabilidad de los residuos biosanitarios que llegan al Ecosteryl 250C. Seguidamente, se realizan los ensayos de laboratorio necesarios para el estudio del suelo. Igualmente, se establece una dosificación en la cual se puede usar el residuo biosanitario tratado (RBST) en conjunto con el material disgregado de la Subrasante existente en el Parque Tecnológico Ambiental Guayabal. Se elaboran los ensayos de laboratorios de la mezcla del suelo. Finalmente, se realiza la comparación de los resultados del CBR mediante la metodología estadísticas de las dosificaciones establecidas.

**PALABRAS CLAVE:** Subrasante, residuos biosanitarios, ensayos de laboratorio.

**CARACTERÍSTICAS:**

**PÁGINAS:** 414      **PLANOS:**           **ILUSTRACIONES:**           **CD ROOM:** 1

<b>Elaboró</b>		<b>Revisó</b>		<b>Aprobó</b>	
Equipo Operativo del Proceso		Comité de Calidad		Comité de Calidad	
<b>Fecha</b>	24/10/2014	<b>Fecha</b>	05/12/2014	<b>Fecha</b>	05/12/2014

COPIA NO CONTROLADA

MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE MEDIANTE EL APROVECHAMIENTO DE  
RESIDUOS BIOSANITARIOS TRATADOS (RBST) EN EL PARQUE TECNOLÓGICO  
AMBIENTAL GUAYABAL

KAREN PATRICIA JAIMES VEGA

REINALDO SOLEDAD IBAÑEZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSE DE CÚCUTA

2018

MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE MEDIANTE EL APROVECHAMIENTO DE  
RESIDUOS BIOSANITARIOS TRATADOS (RBST) EN EL PARQUE TECNOLÓGICO  
AMBIENTAL GUAYABAL

KAREN PATRICIA JAIMES VEGA

REINALDO SOLEDAD IBÁÑEZ

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniero Civil

Director:

MARÍA SEVILLA LEMUS

Ingeniería Civil

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSE DE CÚCUTA

2018

## ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO

**FECHA:** 16 DE FEBRERO DE 2018 **HORA:** 3:00 p. m.

**LUGAR:** FU - 304 - UFPS

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERIA CIVIL

**TITULO DE LA TESIS:** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE MEDIANTE EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS BIOSANITARIOS TRATADOS (RBST) EN EL PARQUE TECNOLOGICO AMBIENTAL GUAYABAL".

**JURADOS:** ING. CIRO ALFONSO MELO PABON  
ING. JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ

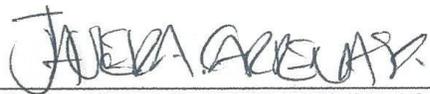
**DIRECTOR:** INGENIERA MARIA SEVILLA LEMUS.

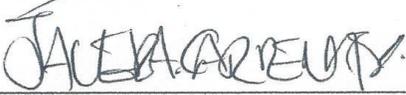
NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
KAREN PATRICIA JAIMES VEGA	1111398	4,6	CUATRO, SEIS
REINALDO SOLEDAD IBAÑEZ	1111394	4,6	CUATRO, SEIS

# MERITORIA

### FIRMA DE LOS JURADOS

  
ING. CIRO ALFONSO MELO PABON

  
ING. JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ

  
Vo. Bo. JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ  
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

## **Agradecimientos**

Gracias a Dios y a la vida por cada oportunidad que me ha brindado a lo largo de todo este proceso de formación.

Gracias a mis papas Gustavo y Patricia, a mi hermano Adolfo por todo el apoyo de principio a fin en cada uno de mis sueños tanto personales como profesionales, este logro es de toda nuestra familia por la dedicación, el esfuerzo y el sacrificio a mi lado.

Gracias a la Empresa Aseo Urbano S.A.S E.S.P y a la Ingeniera María Sevilla por incentivar la investigación en pro de la comunidad, el apoyo, los consejos y la guía en cada momento de la realización de este proyecto.

Gracias al ingeniero Oscar Dallos y Pasantes por el acompañamiento en la realización de cada laboratorio.

Gracias a cada persona que me acompañó en este proceso tan importante para mí, un proceso que me deja experiencias muy gratificantes y me impulsan a seguir por más.

Karen Jaimes Vega

Agradezco a todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron en la realización de este proyecto, a mi familia, amigos y conocidos muchas gracias por su colaboración.

Reinaldo Soledad Ibáñez

## Contenido

	<b>pág.</b>
Introducción	26
1. Problema	28
1.1 Título	28
1.2 Planteamiento del Problema	28
1.3 Formulación del Problema	29
1.4 Justificación	29
1.5 Objetivos	30
1.5.1 Objetivo general	30
1.5.2 Objetivos específicos	30
1.6 Alcances y Limitaciones	31
1.6.1 Alcances	31
1.6.2 Limitaciones	31
1.7 Delimitaciones	31
1.7.1 Espacial	31
1.7.2 Temporal	32
1.7.3 Conceptual	32
2. Marco Referencial	33
2.1 Antecedentes	33
2.2 Marco Teórico	37
2.3 Marco Conceptual	38
2.4 Marco Contextual	46
2.5 Marco Legal	48

3. Diseño Metodológico	52
3.1 Tipo de Investigación	52
3.2 Población y Muestra	52
3.2.1 Población	52
3.2.2 Muestra	52
3.3 Procedimiento	52
4. Empresa Prestadora de Servicios de Recolección, Transporte de Residuos, Barrido y Limpieza de Áreas Publicas Aseo Urbano S.A.S. E.S.P	54
4.1 Reseña histórica	54
4.2 Ubicación	58
4.3 Identidad de la Empresa Aseo Urbano S.A.S. E.S.P	59
4.3.1 Misión	59
4.3.2 Visión	60
4.3.3 Política integral de calidad, seguridad, salud en el trabajo y ambiente (SGI)	60
4.3.4 Valores	60
4.3.5 Naturaleza jurídica	61
4.3.6 Objeto social	61
4.4 Gestión Comercial y con la Comunidad	63
4.5 Recolección, Barrido y Limpieza de Residuos Sólidos	63
4.6 Transporte de Residuos Sólidos	64
4.7 Tratamiento y Disposición Final de Residuos	65
4.8 Servicios ofertados por Aseo Urbano S.A.S E.S.P	66
4.9 Manejo de Residuos Hospitalarios e Industriales Peligrosos	69
4.10 Gestión de Residuos Hospitalarios y Peligrosos	70

4.11 Gestión Ambiental	71
4.12 Seguridad y Salud en el Trabajo	71
5. Parque Tecnológico Ambiental Guayabal (PTAG)	73
5.1 Ubicación	73
5.2 Características de la región	76
5.2.1 Lluvias	76
5.2.2 Brillo solar	77
5.2.3 Temperatura.	77
5.2.4 Vientos	78
5.2.5 Humedad relativa	78
5.2.6 Hidrografía	78
5.3 Topografía General de la Zona	78
5.4 Características del Relleno Sanitario	79
5.4.1 Fases de evolución de los rellenos sanitarios	79
5.4.2 Procedimiento de conformación del relleno	80
5.4.2.1 Levantamiento topográfico	80
5.4.2.2 Diseño del sistema de manejo de gases y lixiviados	81
5.4.2.3 Condicionamiento del lote	82
5.4.2.4 Planeación del llenado del relleno	84
5.4.2.5 Construcción del sistema de filtros y chimeneas	84
5.4.2.6 Disposición de las basuras	87
5.4.2.7 Cobertura de la celda	87
5.4.2.8 Compactación de la cobertura de la celda	89
5.4.3 Características de las basuras en el Relleno Sanitario Guayabal	89

5.4.4 Características de las celdas	92
5.4.5 Manejo de aguas de escorrentía	93
5.4.6 Generación de los lixiviados	94
5.4.7 Sistema de recirculación de lixiviados	97
5.4.8 Manejo de los gases	98
5.4.9 Cimentación del relleno	99
5.4.10 Cobertura superior	101
5.4.11 Comportamiento del relleno	102
5.5 Influencia de la Recirculación de Lixiviados sobre la Estabilidad de los Rellenos Sanitarios	104
5.5.1 Beneficios del sistema de recirculación	105
5.5.2 Problemas del sistema de recirculación	105
5.5.3 Medidas operacionales y remediales para disminuir los problemas potenciales causados por la recirculación de lixiviados.	107
5.5.4 Consideración sobre la recirculación de los lixiviados.	108
5.6 Geología y Geomorfología	109
5.6.1 Geología regional	109
5.6.2 Geología local	113
5.7 Características Sísmicas	121
5.7.1 Sismicidad histórica	122
5.7.2 Actividad sísmica registrada	122
5.7.3 Fuentes sismogénicas que afectan a la ciudad de Cúcuta	129
5.7.4 Requerimientos sísmicos de acuerdo a la NSR-10	132
5.7.5 Sismo de diseño (Reglamento NSR-10)	134

5.7.6 Conclusiones de comportamiento sísmico.	134
6. Ecosteryl Serie 250 C	135
6.1 Especificaciones Técnicas	135
6.2 Cargue y Pesaje Automático	136
6.3 Trituración	137
6.4 Flujo Continuo de Microondas	137
6.5 Almacenamiento, Tratamiento y Resultado Final	138
6.6 Tipos de Residuos a Tratar	139
6.7 Ubicación del Equipo en el PTAG	139
6.8 Evaluación del Impacto Ambiental	141
6.9 Programas de Manejo Ambiental	143
6.10 Ensayos de Calidad a Residuos Ecosteryl 250C	146
7. Residuos Biosanitarios Tratados (RBST)	148
7.1 Gestión de Residuos Hospitalarios y Peligrosos	149
7.1.1 Diseño, seguimiento y rediseño de rutas para la recolección de residuos hospitalarios y peligrosos	149
7.1.1.1 Definiciones	149
7.1.1.2 Desarrollo	149
7.1.2 Procedimiento operativo, de trabajo seguro y control de impacto ambientales para la recolección y transporte de Residuos Hospitalarios y Peligrosos	153
7.1.2.1 Definiciones	153
7.1.2.2 Desarrollo	156
7.1.3 Procedimiento operativo, de trabajo seguro y control de impactos ambientales para el tratamiento y la disposición final de los residuos hospitalarios y similares	174

7.1.3.1 Definiciones	174
7.1.3.2 Desarrollo	176
7.1.4 Clientes generadores de residuos biosanitarios	195
7.1.5 Documentación relacionada	195
8. Subrasante	196
8.1 Componentes	196
8.1.1 Control de calidad de la subrasante	196
8.1.2 Compactación	197
8.1.3 Materiales convencionales	197
8.2 Estabilización de Suelos de Subrasante con Cal	203
8.2.1 Materiales	203
8.2.1.1 Cal	203
8.2.1.2 Agua	204
8.2.2 Equipo	204
8.2.3 Ejecución de los trabajos	205
8.2.3.1 Fase de experimentación	206
8.2.3.2 Pulverización de los suelos de subrasante	207
8.2.3.3 Aplicación de la cal	207
8.3 Estabilización de Suelos de Subrasante con Cemento	210
8.3.1 Materiales	210
8.3.1.1 Cemento	210
8.3.1.2 Agua	210
8.3.2 Equipo	211
8.3.3 Ejecución de los trabajos	211

8.3.3.1	Diseño de la mezcla y determinación de la fórmula de trabajo	211
8.3.3.2	Fase de experimentación	213
8.3.3.3	Pulverización de los suelos de subrasante	213
8.3.3.4	Aplicación del cemento	214
8.4	Ensayos para la Subrasante	216
8.5	Referencias Sobre Suelos en la Universidad Francisco de Paula Santander (UFPS)	217
8.6	Nuevas Tecnologías para el Mejoramiento de Suelos	219
8.6.1	Métodos de estabilización de suelos usados en el mundo	219
8.6.1.1	Asia	219
8.6.1.2	África	228
8.6.1.3	Europa	233
8.6.1.4	América del Norte	241
8.6.1.5	Centro América	245
8.6.1.6	América del sur	248
9.	Estudio del Suelo para el mejoramiento la Subrasante en el Parque Tecnológico Ambiental	
	Guayabal Norte de Santander	251
9.1	Apique N° 1	253
9.2	Apique N° 2	254
9.3	Apique N°3	255
9.4	Clasificación de la Subrasante en el PTAG	257
9.4.1	Apique 1 Muestra única	257
9.4.2	Apique 2 Muestra 1	260
9.4.3	Apique 2 Muestra 2	262
9.4.4	Apique 3 Muestra 1	264

9.4.5 Apique 3 Muestra 2	266
9.5 Densidad en campo por el método de cono de arena	268
9.6 Ensayo Modificado de Compactación (Proctor)	269
9.7 Humedad Residuo Biosanitario Tratado (RBST)	270
9.8 California Bearing Ratio (C.B.R)	271
9.8.1 CBR Convencional Vs CBR al 2% de RBST	274
9.8.2 CBR Convencional Vs CBR al 6% de RBST	275
9.8.3 CBR convencional Vs CBR al 8% de RBST	276
9.8.4 CBR convencional Vs CBR al 10% de RBST	277
9.8.5 CBR convencional Vs CBR al 14% de RBST	278
9.9 Ensayo de Penetración Dinámica de Cono (P.D.C)	279
10. Conclusiones	283
11. Recomendaciones	286
Referencias Bibliográficas	287
Anexos	292