

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

**RESUMEN TRABAJO DE GRADO**

**AUTOR(ES):**

**NOMBRE(S):** ANA FERNANDA      **APELLIDOS:** DEL RIO PUERTA

**NOMBRE(S):** \_\_\_\_\_      **APELLIDOS:** \_\_\_\_\_

**FACULTAD:** INGENIERÍA

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA CIVIL

**DIRECTOR:**

**NOMBRE(S):** ALVARO ORLANDO      **APELLIDOS:** PEDROZA ROJAS

**TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS):** ESTRUCTURAS FLEXIBLES DE CONTROL DE EROSIÓN ELABORADAS CON LLANTAS USADAS- EVALUACIÓN FÍSICA Y AMBIENTAL EN LOS BARRIOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE CÚCUTA

**RESUMEN**

El proyecto de investigación tienen como finalidad describir el comportamiento físico y ambiental de los muros de contención flexibles hechos con llantas usadas, en el área metropolitana de Cúcuta. Para ello, se elabora una investigación descriptiva basada en observación y seguimiento en campo del proceso constructivo, funcionamiento y comportamiento físico ambiental de estructuras flexibles de contención construidas con llantas usadas. En los resultados se selecciona el área metropolitana de Cúcuta una muestra de obras civiles elaboradas con llantas usadas. Seguidamente, se diseñan indicadores de evaluación del comportamiento físico y ambiental de los muros de contención construidos con llantas usadas. Se diagnostica el estado de conservación y el funcionamiento de las estructuras. Igualmente, se realiza un inventario de las principales aplicaciones ingenieriles de las llantas usadas. Finalmente, se formula una propuesta de mejoramiento del proceso constructivo de un muro de contención flexible elaborado con llantas usadas.

**PALABRAS CLAVE:** Muros de contención, medio ambiente, área metropolitana, llantas usadas.

**CARACTERÍSTICAS:**

**PÁGINAS:** 162      **PLANOS:** \_\_\_\_\_      **ILUSTRACIONES:** \_\_\_\_\_      **CD ROOM:** 1

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

COPIA NO CONTROLADA

ESTRUCTURAS FLEXIBLES DE CONTROL DE EROSIÓN ELABORADAS CON  
LLANTAS USADAS- EVALUACIÓN FÍSICA Y AMBIENTAL EN LOS BARRIOS DEL  
ÁREA METROPOLITANA DE CÚCUTA

ANA FERNANDA DEL RIO PUERTA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2017

ESTRUCTURAS FLEXIBLES DE CONTROL DE EROSIÓN ELABORADAS CON  
LLANTAS USADAS- EVALUACIÓN FÍSICA Y AMBIENTAL EN LOS BARRIOS DEL  
ÁREA METROPOLITANA DE CÚCUTA

ANA FERNANDA DEL RIO PUERTA

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

Ingeniero Civil

Director:

ALVARO ORLANDO PEDROZA ROJAS

Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2017

## ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO

**FECHA:** 15 DE NOVIEMBRE DE 2017 **HORA:** 5:30 p. m.

**LUGAR:** SALA DE FOTOGRAFIA - EDIFICIO CREAD - UFPS

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERIA CIVIL

**TITULO DE LA TESIS:** "ESTRUCTURAS FLEXIBLES DE CONTROL DE EROSION ELABORADAS CON LLANTAS USADAS – EVALUACION FISICA Y AMBIENTAL EN LOS BARRIOS DEL AREA METROPOLITANA DE CUCUTA".

**JURADOS:** ING. ALICE LEONOR PEÑALOZA LOPEZ  
ING. RICARDO ZÁRATE CABALLERO

**DIRECTOR:** INGENIERO ALVARO ORLANDO PEDROZA ROJAS.

| NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:  | CODIGO<br>NUMERO | CALIFICACION |              |
|-----------------------------|------------------|--------------|--------------|
|                             |                  | LETRA        |              |
| ANA FERNANDA DEL RIO PUERTA | 1111193          | 4,6          | CUATRO, SEIS |

## MERITORIA

FIRMA DE LOS JURADOS

  
ING. ALICE LEONOR PEÑALOZA LOPEZ

  
ING. RICARDO ZÁRATE CABALLERO.

Vo. Bo.

  
JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ  
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

## Contenido

|   | <b>pág.</b> |
|---|-------------|
| Introducción  | 19          |
| 1. Problema   | 22          |
| 1.1 Título  | 22          |
| 1.2 Planteamiento del Problema                      | 22          |
| 1.3 Pregunta de Investigación                       | 23          |
| 1.4 Justificación                                   | 23          |
| 1.5 Objetivos                                       | 24          |
| 1.5.1 Objetivo general                              | 24          |
| 1.5.2 Objetivos específicos                         | 24          |
| 1.6 Alcances y Limitaciones                         | 25          |
| 1.6.1 Alcances                                      | 25          |
| 1.6.2 Limitaciones                                  | 25          |
| 1.7 Delimitaciones                                  | 26          |
| 1.7.1 Delimitación espacial                         | 26          |
| 1.7.2 Delimitación Temporal                         | 27          |
| 1.7.3 Delimitación conceptual                       | 27          |
| 2. Marco Referencial                                | 28          |
| 2.1 Antecedentes                                    | 28          |
| 2.3 Marco Teórico                                   | 30          |
| 2.3.1 Muros flexibles fabricados con llantas usadas | 30          |
| 2.3.2 Neumáticos (llantas) usados                   | 33          |

|  |    |
|--|----|
| 2.3.3 Composición de los neumáticos y principales  | 34 |
| 2.3.4 Descripción del neumático  | 34 |
| 2.3.5 Tipos de neumáticos según proceso constructivo   | 36 |
| 2.3.6 Procedimiento básico para la construcción de muros flexibles de contención con llantas usadas  | 37 |
| 2.4 Marco Conceptual   | 41 |
| 2.5 Marco Contextual   | 43 |
| 2.6 Marco Legal  | 44 |
| 3. Diseño Metodológico   | 46 |
| 3.1 Tipo Investigación   | 46 |
| 3.2 Población y Muestra  | 46 |
| 3.2.1 Población  | 46 |
| 3.2.2 Muestra  | 46 |
| 3.3 Instrumentos de recolección de datos   | 50 |
| 3.3.1 Técnicas   | 50 |
| 3.3.2 Instrumentos de recolección de datos   | 50 |
| 3.3.3 Técnicas de análisis y procesamiento de datos  | 50 |
| 3.4 Administración del Proyecto  | 51 |
| 3.4.1 Talento humano.  | 51 |
| 4. Muestra de obras Civiles Elaboradas con Llantas Usadas en el Área Metropolitana de Cúcuta   | 52 |
| 5. Factores, Variables e Indicadores de Evaluación del Comportamiento Físico y Ambiental de los Muros de Contención Construidos con Llantas Usadas | 58 |

|   |    |
|---|----|
| 5.1 Diagnóstico del Estado de Conservación y Funcionamiento de las Estructuras de Contención Construidas con llantas Usadas | 63 |
| 5.1.1 Factor 1: Geología de la zona de estudio  | 64 |
| 5.1.1.1 Variable, geomorfología   | 64 |
| 5.1.1.2 Variable: Procesos exógenos   | 67 |
| 5.1.1.3 Variable: Procesos endógenos  | 71 |
| 5.1.2 Factor 2. Características y descripciones del muro  | 72 |
| 5.1.2.1 Variable, dimensiones del muro  | 72 |
| 5.1.2.2 Variable: proceso constructivo  | 74 |
| 5.1.2.3 Variable: materiales  | 74 |
| 5.1.2.4 Variable: edad del muro   | 75 |
| 5.1.2.5 Variable: obras complementarias   | 75 |
| 5.1.2.5 Variable: deformación del muro  | 76 |
| 5.1.2.6 Variable: drenaje del muro  | 80 |
| 5.1.2.7 Variable: uso del muro  | 80 |
| 5.1.3 Factor 3: condiciones ecos ambientales del entorno  | 82 |
| 5.1.3.1 Variable: desarrollo urbano   | 82 |
| 5.1.3.2 Variable: características de la edificación   | 83 |
| 5.1.3.2 Variable: vegetación  | 86 |
| 5.1.3.3 Variable: manejo de aguas residuales  | 87 |
| 5.1.3.4 Variable: condiciones climatológicas del área   | 88 |
| 5.1.4 Factor 4: Aspecto socio cultural del entorno urbano   | 88 |
| 5.1.4.1 Variable: condición socioeconómica del barrio   | 88 |

|   |     |
|---|-----|
| 5.1.4.1 Variable: composición familiar  | 89  |
| 5.1.4.2 Variable: características de los servicios públicos                                     | 90  |
| 5.2 Elementos para un Análisis de Interacción suelo- Estructura                                 | 90  |
| 6. Inventarios de las Principales Aplicaciones Ingenieriles de las Llantas Usadas               | 100 |
| 6.1 Aplicaciones Ingenieriles de las llantas Usadas   | 101 |
| 6.1.1 Muros perimetrales  | 101 |
| 6.1.2 Mobiliario urbano: parques infantiles y espacios de recreación pasiva.                    | 103 |
| 6.1.3 Muros cimientos   | 104 |
| 6.1.4 Muros de contención   | 106 |
| 6.1.5 Muro geocelda   | 108 |
| 6.1.6 Escaleras de acceso a vivienda  | 110 |
| 6.1.7 Construcción de viviendas   | 113 |
| 6.1.8 Protección de bienes muebles y márgenes de corrientes de agua superficial.                | 115 |
| 6.1.9 Colchones amortiguadores en falsos túneles sobre carreteras susceptibles a caída de rocas | 118 |
| 6.1.10 Malla colgada o pantalla amortiguador para retención de sólidos que impactan en ella     | 119 |
| 6.1.11 Uso de llantas en sistemas de drenaje en rellenos sanitarios                             | 120 |
| 2.1.12 Construcción de Pozos sépticos con llantas usadas  | 122 |
| 6.1.13 Construcción de alcantarillas con llantas usadas   | 123 |
| 6.1.14 Paneles cortinas con llantas usadas  | 123 |
| 6.1.15 Llantas como combustible en los hornos cementeros  | 124 |
| 6.2 Aplicaciones de Productos derivados del Procesamiento de las Llantas Usadas en              |     |



|   |     |
|---|-----|
| Colombia  | 125 |
| 6.2.1 Fabricación de concreto reciclado para mejoramiento de vías                       | 126 |
| 6.2.2 Fabricación de pavimento flexible   | 128 |
| 6.2.3 Fabricación de pisos  | 129 |
| 6.3 Otras Aplicaciones de las Llantas Usadas que Demanda Diseño Ingenieril              | 130 |
| 7. Propuesta de Mejoramiento del Proceso Constructivo de un Muro de Contención Flexible |     |
| Elaborado con Llantas Usadas  | 132 |
| 7.1 Estudios Previos Necesarios   | 132 |
| 7.2 Selección de la Solución de Estabilidad   | 133 |
| 7.3 Diseño geométrico del Muro Flexible Elaborado con Llantas Usadas                    | 133 |
| 7.4 Materiales Requeridos para la Construcción de Muros Flexibles con Llantas Usadas    | 134 |
| 7.4.1 Llantas usadas  | 134 |
| 7.4.2 Refuerzo para conectores y tirantes   | 135 |
| 7.4.3 Material de relleno   | 135 |
| 7.4.4 Geotextil y/o Geo membrana  | 137 |
| 7.4.5 Acero longitudinal  | 137 |
| 7.4.6 Selección del amarre de las llantas   | 137 |
| 7.4.7 Material de relleno   | 138 |
| 7.4.8 Alistamiento de las herramientas y equipo   | 138 |
| 7.5 Armado del Muro   | 138 |
| 7.5.1 Limpieza y nivelación del terreno   | 138 |
| 7.5.2 Cimentación   | 139 |
| 7.5.3 Colocación  | 139 |

|  |     |
|--|-----|
| 7.5.4 Disposición de las hileras restantes | 140 |
| 7.5.5 Drenaje                              | 140 |
| 7.5.6 Mantenimiento                        | 141 |
| 8. Conclusiones                            | 143 |
| 9. Recomendaciones                         | 149 |
| Referencias Bibliográficas                 | 150 |
| ANEXOS                                     | 155 |