



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

DIVISIÓN BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

### AUTOR(ES):

**NOMBRE(S):** MARÍA ANGÉLICA      **APELLIDOS:** IBARRA FLÓREZ

**NOMBRE(S):** JOAN SEBASTIÁN      **APELLIDOS:** URIBE MENDOZA

**FACULTAD:** INGENIERÍA

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA CIVIL

### DIRECTOR:

**NOMBRE(S):** NELSON JAVIER      **APELLIDOS:** CELY CALIXTO

**TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS):** OPTIMIZACIÓN DE UNA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL MEDIANTE EL SOFTWARE STORM WATER MANAGEMENT MODEL EN DIFERENTES ESCENARIOS.

### RESUMEN

En el desarrollo del proyecto se analizaron diferentes condiciones topográficas que permitieron explorar el comportamiento ante procesos de optimización de alcantarillados pluviales, se implementó el uso del software Storm Water Management Model de la Agencia de Protección Ambiental (siglas en inglés EPA) de E.U. con el fin de determinar fallas en el sistema y los elementos que lo componen. A su vez se realizó un análisis de precios para determinar la influencia de la pendiente en los costos del proyecto.

**PALABRAS CLAVE:** Alcantarillado pluvial, costos, optimización, SWMM.

**CARACTERÍSTICAS:**

**PÁGINAS:** 212 **PLANOS:** 3 **ILUSTRACIONES:** \_\_\_\_ **CD ROOM:** 1

**OPTIMIZACIÓN DE UNA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL  
MEDIANTE EL SOFTWARE STORM WATER MANAGEMENT MODEL EN  
DIFERENTES ESCENARIOS**

**MARÍA ANGÉLICA IBARRA FLÓREZ  
JOAN SEBASTIÁN URIBE MENDOZA**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA**

**2015**

**OPTIMIZACIÓN DE UNA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL  
MEDIANTE EL SOFTWARE STORM WATER MANAGEMENT MODEL EN  
DIFERENTES ESCENARIOS**

**MARÍA ANGÉLICA IBARRA FLÓREZ  
JOAN SEBASTIÁN URIBE MENDOZA**

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al  
título de Ingeniero civil**

**Director  
NELSON JAVIER CELY CALIXTO  
M.Sc. Obras hidráulicas**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA**

**2015**



## ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO

FECHA: 21 DE SEPTIEMBRE DE 2015 HORA: 10:00 a. m.  
LUGAR: SALA 3 – TERCER PISO EDIFICIO CREAD - UFPS  
PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL  
TITULO DE LA TESIS: “OPTIMIZACION DE UNA RED DE ALCANTARILLADO PLUVIAL MEDIANTE EL SOFTWARE STORM WATER MAGNAGEMENT MODEL EN DIFERENTES ESCENARIOS”.  
JURADOS: Ph.D. GUSTAVO ADOLFO CARRILLO SOTO  
ING. NUBIA MISLENY CARDENAS PEREZ  
DIRECTOR: INGENIERO NELSON JAVIER CELY CALIXTO.


NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
MARIA ANGELICA IBARRA FLOREZ	1111006	4,6	CUATRO, SEIS
JOAN SEBASTIAN URIBE MENDOZA	1111028	4.6	CUATRO, SEIS

# MERITORIA

FIRMA DE LOS JURADOS

  
Ph.D. GUSTAVO ADOLFO CARRILLO SOTO

  
ING. NUBIA MISLENY CARDENAS PEREZ

Vo. Bo.   
ING. JAVIER ANDRES ZAMBRANO GALVIS  
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

Av. Gran Colombia No. 12E-96 Colsag  
Teléfono: 5776655  
Cúcuta - Colombia

FACULTAD DE INGENIERIA

## Índice

	<b>Pág.</b>
Introducción	14
1. Problema	15
1.1 Planteamiento del problema	15
1.2 Formulación del problema	16
1.3 Justificación	16
1.4 Objetivos	17
1.5 Objetivo General.	17
1.5.1 Objetivos Específicos.	17
2. Marco Referencial	18
2.1 Antecedentes	18
2.2 Marco Teórico	19
2.2.1 Alcantarillado pluvial	19
2.2.2 Parámetros de diseño	19
2.2.2.1 Áreas de drenaje	19
2.2.2.2 Determinación del caudal de diseño por método racional	20
2.2.2.3 Curvas intensidad-duración-frecuencia	20
2.2.2.4 Periodo de retorno de diseño	23
2.2.2.5 Coeficiente de escorrentía “C”	23
2.2.2.6 Intensidad de diseño “I”	24
2.2.2.7 Tiempo de concentración	25

2.2.2.8	Diámetro mínimo	26
2.2.2.9	Velocidad mínima	26
2.2.2.10	Velocidad máxima	26
2.2.2.11	Pendiente mínima y máxima	27
2.2.2.12	Profundidad mínima a la cota clave	27
2.2.3	Estructuras complementarias	27
2.2.3.1	Estructuras de conexión de colectores y pozos de inspección	27
2.2.3.2	Parámetros de diseño.	27
2.2.3.2.1	Diámetro.	27
2.2.3.2.2	Distancia entre pozos.	28
2.2.3.3	Métodos de cálculo.	28
2.2.3.3.1	Régimen supercrítico (Froude $> 1.10$ )	28
2.2.3.3.2	Empate por la línea de energía para flujo subcrítico.	31
2.2.4	Introducción al cálculo del software EPA SWMM	32
2.2.4.1	Aplicaciones típicas de SWMM	33
2.2.5	Características del modelo hidrológico	34
2.2.5.1	Método de Infiltración.	35
2.2.5.2	Modelo hidráulico de transporte.	36
2.2.5.3	Caudal de escorrentía	39
2.2.6	Características climatológicas	40
2.3	Marco conceptual	42
2.4	Marco Legal	44
3.	Metodología	45

3.1	Tipo de investigación	45
3.2	Población y muestra	45
3.2.1	Población	45
3.2.2	Muestra	45
3.2.3	Escenarios de investigación	45
3.3	Herramientas, equipos e instrumentos	45
3.4	Técnicas de recolección análisis e interpretación de la información	46
4.	Obtención de las características topográficas del terreno	47
4.1	Determinación de las curvas de nivel	47
4.2	Datos adicionales de las áreas tributarias	51
5.	Diseño red de alcantarillado pluvial con el método racional	52
5.1	Asignación del nivel de complejidad del sistema	52
5.2	Periodo de retorno	53
5.3	Calculo de la capacidad de la calle	53
5.4	Diseño de los colectores	56
5.4.1	Estructura lógica de cálculo	56
5.4.2	Hoja de cálculo de Excel - Diseño	56
5.5	Empate por línea de energía	64
5.6	Análisis de las caídas Norma EPM vs. RAS 2000	68
5.7	Modelación en EPA SWMM	69
5.7.1	Definición de los datos iniciales.	69
5.7.1.1	Etiquetas ID (ID Label)	70
5.7.1.2	Cuencas (Subcatchment)	70

5.7.1.3	Conexiones (Nodes) y Conductos (Links)	72
5.7.1.3.1	Conexiones (Nodes)	72
5.7.1.3.2	Conductos (Links)	72
5.7.1.4	Pluviómetros (Rain gages)	73
5.7.1.5	Descargas (Outfalls)	73
5.7.2	Preparación del esquema de trabajo	73
5.7.3	Ejecución de la simulación	75
5.7.3.1	Pestaña general.	75
5.7.3.2	Pestaña Fechas (Dates).	75
5.7.3.3	Incrementos de Tiempo (Time Steps).	75
6.	Análisis y discusión de resultados	77
6.1	Pozos de inspección	77
6.1.1	Pozo Tipo 1	77
6.1.2	Pozo tipo 2	78
6.2	Estudio de lámina de agua en los nudos en EPA SWMM.	79
6.3	Estructura de costos para el diseño elaborado.	81
7.	Optimización de la red de alcantarillado pluvial	83
7.1	Hidrogramas alta pendiente	83
7.2	Hidrograma pendiente media	85
7.3	Hidrograma pendiente baja	86
7.4	Rediseño de colectores	87
7.5	Perfiles obtenidos con el diseño optimizado	87
7.6	Estructura de costos para el diseño optimizado realizado.	89



7.7	Gráficos comparativos presupuesto	91
7.8	Análisis del sistema cuando presenta contra flujo	94
	Conclusiones	98
	Recomendaciones	100
	Referencias	101