



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



RESUMEN – TESIS DE GRADO

AUTORES JOSE ALEXANDER BAUTISTA BUSTOS

FACULTAD INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR : JORGE BUITRAGO CASTILLO, INGENIERO CIVIL

TITULO DE LA TESIS ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CIUDAD DE CÚCUTA COLECTORES PRIMARIOS O EMISARIOS

RESUMEN

El Manual de Operación y Mantenimiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario se realizó para los colectores primarios y emisarios de la Ciudad de Cúcuta, analizando su comportamiento operativo de la red de alcantarillado en cada uno de los pozos observados en los colectores primarios o emisarios y caracterizando DBO, DQO y SST en los puntos estratégicos de cada colector para su análisis en el Laboratorio.

CARACTERISTICAS

PAGINAS 207 PLANOS 2 ILUSTRACIONES CD-ROM 1 .

**ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CIUDAD DE CÚCUTA
COLECTORES PRIMARIOS O EMISARIOS**

JOSE ALEXANDER BAUTISTA BUSTOS

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2002

**ELABORACIÓN DEL MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CIUDAD DE CÚCUTA
COLECTORES PRIMARIOS O EMISARIOS**

JOSE ALEXANDER BAUTISTA BUSTOS

**Proyecto de grado presentado como requisito a optar el título de:
Ingeniero Civil**

**Director:
JORGE BUITRAGO CASTILLO
Ingeniero Civil**

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

2002



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA

ACTA DE SUSTENTACION TRABAJO DE GRADO

FECHA : 22 DE FEBRERO DEL 2002
HORA : 10:00 DE LA MAÑANA
LUGAR : AUDITORIO BIBLIOTECA "EDUARDO COTE LAMUS"
PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL
TITULO DE LA TESIS ELABORACION DEL MANUAL DE OPERACION Y
MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
SANITARIO DE LA CIUDAD DE CUCUTA COLECTORES
PRIMARIOS O EMISARIOS.
JURADOS: ING. FERNANDO VELANDIA CAICEDO
ING. LUZ MARINA BARBOSA SEPULVEDA
ING. PATRICIA WOLF MENDOZA
DIRECTOR : INGENIERO JORGE ENRIQUE BUITRAGO CASTILLO

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	CODIGO	CALIFICACION		
		NUMERO	LETRA	(A)(M)(L)
JOSE ALEXANDER BAUTISTA BUSTOS	112521	4,3	CUATRO, TRES	APROBADA

FIRMA DE LOS JURADOS:


FERNANDO VELANDIA CAICEDO LUZ MARINA BARBOSA S. PATRICIA WOLF MENDOZA

BELISARIO CONTRERAS BARRETO
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

DEDICATORIA

A mi nona, **Ramona**, por su apoyo y colaboración durante el lapso de toda la carrera.

A mis padres, **Celena** y **Roque**, por sus esfuerzos y motivación para que yo lograra una meta más en mi vida.

A mis hermanos, **Roque** y **Viviana**, por su entusiasmo y cariño, que hicieron que mi meta fuese más fácil de alcanzar.

A **Maritza**, que en todo momento estuvo a mi lado ayudándome y motivándome en el transcurso de mi etapa de formación profesional.

Alexander B.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus más sinceros agradecimientos a:

La Universidad Francisco de Paula Santander, la cual me permitió formarme como profesional.

Las directivas de la Empresa Industrial y Comercial E.I.S. Cúcuta E.S.P., por permitir que este proyecto se llevara a cabo hasta feliz término, brindando toda la colaboración y asesoría necesaria.

Fernando Velandia Caicedo, Ingeniero Civil, Jefe de División del Departamento de Acueducto y Alcantarillado de la Empresa Industrial y Comercial E.I.S. Cúcuta E.S.P.

Jorge Buitrago Castillo, Ingeniero Civil, Profesor del Departamento de Fluidos y Térmica de la Universidad Francisco de Paula Santander.

Cesar Augusto Obregón, Ingeniero Civil, Jefe del Departamento de Ingeniería de la Empresa Industrial y Comercial E.I.S. Cúcuta E.S.P.

Blanca Maldonado, Ingeniera Civil, Jefe del Departamento de Alcantarillado de la Empresa Industrial y Comercial E.I.S. Cúcuta E.S.P.

Jairo Navarro Urón, Tecnólogo en Obras Civiles, Coordinador III del Departamento de Alcantarillado de la Empresa Industrial y Comercial E.I.S. Cúcuta E.S.P.

Amanda Forero Neira, Tecnóloga en Obras Civiles, Coordinador III del Departamento de Alcantarillado la Empresa Industrial y Comercial E.I.S. Cúcuta E.S.P.

María Eugenia Moreno, Ingeniera Química, Jefe del Departamento Laboratorio de Aguas de El Pórtico.

José Osorio, Químico, Analista II del Departamento Laboratorio de Aguas de El Pórtico.

Maira Yaneth Pérez, Tecnóloga Química, Coordinador III del Departamento Laboratorio de Aguas de El Pórtico.

Ciro Márquez, Tecnólogo Químico, Coordinador III del Departamento de Ingeniería Sanitaria de la Empresa Industrial y Comercial E.I.S. Cúcuta E.S.P.

José Maria Acevedo, Dibujante de la Empresa Industrial y Comercial E.I.S. Cúcuta E.S.P.

José Antonio Jaimes, Topógrafo de la Empresa Industrial y Comercial E.I.S. Cúcuta E.S.P.

Fabio Orlando Zambrano, Tecnólogo en Obras Civiles, Inspector de Alcantarillado de la Empresa Industrial y Comercial E.I.S. Cúcuta E.S.P.

José de Jesús Blanco, Inspector de Alcantarillado de la Empresa Industrial y Comercial E.I.S. Cúcuta E.S.P.

Marcos Antonio Contreras, Inspector de Alcantarillado de la Empresa Industrial y Comercial E.I.S. Cúcuta E.S.P.

Carlos Humberto Rojas, Ingeniero Civil, Subdirector Operativo I, Área Metropolitana de Cúcuta.

Al personal de mantenimiento de la Empresa Industrial y Comercial E.I.S. Cúcuta E.S.P., los cuales con su colaboración facilitaron el proyecto realizado.

A todos mis familiares, amigos y compañeros, quienes en todo momento estuvieron a mi lado para ayudarme y motivarme en el transcurso de mi etapa de formación profesional.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. ANTECEDENTES	3
1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.1.1 Planteamiento del problema	3
1.1.1.1 Titulo	3
1.1.1.2 Problema	3
1.1.2 Descripción del problema	3
1.1.3 Formulación del problema	3
1.1.4 Justificación	4
1.2 OBJETIVOS	4
1.2.1 Objetivo general	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
1.3 MARCO TEÓRICO	5
1.3.1 Marco contextual	5
1.3.2 Marco referencial	8
1.4 PROCESOS METODOLÓGICOS	9
1.4.1 Metodología	9
1.4.2 Tipo de investigación	9
1.4.3 Diseño de instrumentos	10
1.4.4 Recursos	12

1.4.4.1 Recursos humanos	12
1.4.4.2 Recursos institucionales	12
1.4.4.3 Recursos financieros	13
2. ESTUDIO TÉCNICO	14
2.1 INVENTARIO Y CLASIFICACIÓN DE LOS PLANOS DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MEMORIAS DE LA RED DE ALCANTARILLADO DE CÚCUTA	14
2.1.1 Objetivo general	14
2.1.2 Objetivos específicos	14
2.1.3 Inventario de los planos existentes de la red de alcantarillado de la Empresa Industrial y Comercial E.I.S. Cúcuta E.S.P.	15
2.1.4 Clasificación de los planos de la red de alcantarillado de Cúcuta	15
2.1.5 Diseño y construcción de la Red de Alcantarillado de Cúcuta	15
2.1.5.1 Características de la Red de Alcantarillado de Cúcuta	15
2.1.5.2 Antecedentes de la Red de Alcantarillado de Cúcuta	28
2.1.6 Diagnóstico de la Red de Alcantarillado de Cúcuta	36
2.2 MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	46
2.2.1 Objetivo general	46
2.2.2 Objetivos específicos	46
2.2.3 Visita a los colectores primarios o emisarios	46
2.2.4 Observación y clasificación de colectores secundarios en los planos generales	59
2.2.5 Mantenimiento de la red de alcantarillado	86
2.2.5.1 Inspección de alcantarillas	87
2.2.5.1.1 Mal uso de las alcantarillas	88
2.2.5.1.2 Presencia de arena – flujo lento – flujo alto	88

2.2.5.1.3	Conservación e inspección de los pozos de visita o de acceso	88
2.2.5.1.4	Presencia de insectos	90
2.2.5.1.5	Control de flujos en la alcantarilla	90
2.2.5.1.6	Nuevas conexiones de servicio	92
2.2.5.1.7.	Registros de inspección y conservación	92
2.2.5.2	Manual de mantenimiento de la red de alcantarillado de la ciudad de Cúcuta	93
2.2.5.2.1	Rutinas de mantenimiento preventivo	93
2.2.5.2.1.1	Rutina diaria	93
2.2.5.2.1.2	Rutina semanal	94
2.2.5.2.1.3	Rutina mensual	95
2.2.5.2.2	Rutinas de mantenimiento correctivo	97
2.2.5.2.2.1	Rutina diaria	97
2.2.5.2.2.2	Rutina semanal	98
2.2.5.2.2.3	Rutina mensual	99
2.2.5.3	Personal y equipo para alcantarillado	99
2.2.5.4.	Limpieza de las alcantarillas	100
2.2.5.4.1	Equipos de limpieza	101
2.2.6	Operación y mantenimiento del equipo de limpieza para el sistema de alcantarillas	104
2.2.6.1	Operación de alcantarillas	104
2.2.6.1.1	Operación número 1	105
2.2.6.1.2	Operación número 2	107
2.2.6.1.3	Operación número 3	108
2.2.6.2	Uso de la unidad impulsadora	109

2.2.6.3	Mantenimiento de las varillas	111
2.2.6.4	Accesorios	113
2.2.6.5	Herramientas	114
2.2.6.5.1	Herramientas de ensamblaje	115
2.2.6.5.2	Herramientas perforadoras	116
2.2.6.5.3	Herramientas extractoras	118
2.2.6.5.4	Herramientas de limpieza general	118
2.2.6.5.5	Herramientas para la limpieza final	121
2.2.6.6	Equipo de limpieza Vac Con	122
2.2.6.6.1	Precauciones de seguridad	122
2.2.6.6.2	Procedimiento de limpieza	124
2.2.6.6.3	Manejo del brazo boom	126
2.2.6.6.4	Procedimiento de vertimiento de sólidos	127
2.2.6.6.5	Recomendaciones diarias de limpieza	128
2.2.7	Seguridad en la operación de los sistemas de alcantarillas	129
2.2.7.1	Prevención de lesiones	130
2.2.7.2	Prevención de las infecciones	132
2.2.7.3	Prevención contra gases nocivos y deficiencia de oxígeno	133
2.3	CARACTERIZACIÓN DE LA DBO, DQO Y SST EN CADA UNO DE LOS COLECTORES PRIMARIOS	135
2.3.1	Objetivo general	135
2.3.2	Objetivos específicos	135
2.3.3	Propiedades de las aguas negras	136
2.3.3.1	Composición	136

2.3.3.2 Factores elementales de contaminación	136
2.3.3.3 Características	138
2.3.4 Análisis en las aguas negras	139
2.3.4.1 Análisis sanitarios	139
2.3.4.2 Análisis físicos	140
2.3.4.3 Análisis químicos	141
2.3.4.4 Análisis biológicos	141
2.3.5 Desarrollo de los procedimientos utilizados en los análisis de las aguas negras para la obtención de la DBO, DQO y SST en el Laboratorios de la Planta de Tratamiento El Pórtico	142
2.3.5.1 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	142
2.3.5.1.1 Procedimiento	144
2.3.5.2 Demanda Química de Oxígeno (DQO)	145
2.3.5.2.1 Procedimiento	146
2.3.5.3 Sólidos totales	147
2.3.5.3.1 Procedimiento	148
2.3.6 Toma de muestras a los colectores primarios o emisarios de la ciudad de Cúcuta en los puntos fijados en el campo	148
2.3.6.1 Técnicas en el muestreo y conservación de muestras	149
2.3.6.2 Tipos de muestras	150
2.3.6.2.1 Muestras instantáneas	150
2.3.6.2.2 Muestras compuestas	150
2.3.6.3 Preservación de las muestras	151
2.3.6.4 Composición, períodos de retención y preservación de una muestra de agua negra	152
2.3.6.5 Calibración de cada uno de los resultados obtenidos	152

2.4 COMPORTAMIENTO OPERATIVO DE LA RED DE ALCANTARILLADO EN LOS COLECTORES PRIMARIOS Y EMISARIOS	156
2.4.1 Objetivo general	156
2.4.2 Objetivos específicos	156
2.4.3 Comportamiento hidráulico de la red de alcantarillado	157
2.4.4 Clasificación del flujo en canales prismáticos	157
2.4.4.1 Flujo estable uniforme	157
2.4.4.2 Flujo uniformemente variado	158
2.4.4.3 Flujo no uniformemente variado	158
2.4.5 Coeficiente de rugosidad (n)	158
2.4.6 Relaciones hidráulicas para conductos circulares	160
2.4.6.1 Alcantarilla de sección transversal circular parcialmente llena	160
2.4.7 Análisis del comportamiento operativo de la red de alcantarillado de la ciudad de Cúcuta	166
3. CONCLUSIONES	180
4. RECOMENDACIONES	182
BIBLIOGRAFÍA	184
ANEXOS	185