



**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS**



**RESUMEN – TESIS DE GRADO**

Autor: TIBISAY SERNA TORRES  
LINA MARGARITA DURÁN BARAJAS

Facultad: INGENIERÍA

Plan de Estudios: INGENIERÍA CIVIL

Director: LUZ MARINA BARBOSA SEPÚLVEDA

Título de la Tesis: PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA EN EL  
MUNICIPIO DE TEORAMA, DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER

RESUMEN

Con la realización de este proyecto en el municipio de Teorama, se pretende presentar el desarrollo de las actividades y herramientas necesarias que permiten la vinculación de la ciudadanía en la conformación y puesta en marcha de un ente administrador de los servicios públicos que busca como objetivos la calidad y eficiencia del servicio, así como la concientización para el cuidado y ahorro del agua.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS 536 PLANOS ILLUSTRACIONES CD-ROM 1

**PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA EN EL MUNICIPIO  
DE TEORAMA, DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER**

**TIBISAY SERNA TORRES  
LINA MARGARITA DURÁN BARAJAS**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2006**

**PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA EN EL MUNICIPIO  
DE TEORAMA, DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER**

**TIBISAY SERNA TORRES  
LINA MARGARITA DURÁN BARAJAS**

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero Civil**

**Director  
LUZ MARINA BARBOSA SEPÚLVEDA  
Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2006**



## ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA : 16 DE MAYO DE 2006 HORA : 2:00 p. m.  
LUGAR : AUDITORIO "EDUARDO COTE LAMUS" - BIBLIOTECA - UFPS  
PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL  
TITULO DE LA TESIS: "PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA  
EN EL MUNICIPIO DE TEORAMA, NORTE DE SANTANDER".  
JURADOS : JAIME BARAJAS LEON  
JORGE ENRIQUE BUITRAGO CASTILLO  
DIRECTOR : INGENIERA LUZ MARINA BARBOSA SEPULVEDA.

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
TIBISAY SERNA TORRES	113200	4,6	CUATRO, SEIS
LINA MARGARITA DURAN BARAJAS	113269	4,6	CUATRO, SEIS

## MERITORIA

FIRMA DE LOS JURADOS

  
\_\_\_\_\_  
JAIME BARAJAS LEON

  
\_\_\_\_\_  
JORGE ENRIQUE BUITRAGO CASTILLO

Vo.Bo.   
\_\_\_\_\_  
JAVIER ANDRÉS ZAMBRANO GALVIS  
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

Este proyecto de grado lo dedico a mi guía espiritual Dios.

A mi padre y mi madre Wilson Orlando Serna Páez y Susana Torres por ser quien impulso mi amor por la carrera y dedico toda su vida a construir la realización de este sueño.

A mi hermano Walter Serna Torres por su impulso y comprensión durante mi carrera.

A mi tío Jorge Humberto Serna Páez por su amor y dedicación, consejos, fortaleciéndome cada día para seguir adelante.

A mi abuela Ana del Carmen Páez por su apoyo moral, valores espirituales y total colaboración.

**Tibisay**

Al modelo de vida, calidad humana y enseñanzas brindadas por el amor de mis padres.

Al ejemplo de superación y ganas de salir adelante de mis hermanos.

A todos los que creyeron e hicieron posible la realización de este proyecto.

**Lina Margarita**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a:

LUZ MARINA BARBOSA SEPULVEDA, Ingeniera Civil. Directora del proyecto, por su orientación y apoyo en el desarrollo de este.

JAIME BARAJAS LEON. Ingeniero Civil. Profesor de la Universidad Francisco de Paula Santander, por la asesoría prestada.

JORGE BUITRAGO. Ingeniero Civil. Profesor de la Universidad Francisco de Paula Santander, por la asesoría prestada.

JUAN CARLOS SAYAGO. Ingeniero Civil. Profesor de la Universidad Francisco de Paula Santander, por la asesoría prestada.

CARMEN LEONOR BARAJAS. Ingeniera Civil. Profesora de la Universidad Francisco de Paula Santander, por la asesoría prestada.

FIDEL CUBEROS. Ingeniero Civil. Profesor de la Universidad Francisco de Paula Santander, por la asesoría prestada.

JAVIER ZAMBRANO. Ingeniero Civil. Profesor de la Universidad Francisco de Paula Santander, por la asesoría prestada.

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER. Por brindarnos la oportunidad y el espacio para la adquisición de los conocimientos aprendidos durante el transcurso de la carrera.

MIRIAN ZOBEIDA GOMEZ ROJAS. Licenciada en preescolar. Por la participación en el desarrollo de las cartillas didácticas permitiendo manejar un lenguaje acorde para niños y adultos.

EDGAR ANDRÉS PALLARES DÍAZ. Alcalde municipal de Teorama.

CEDIEL MADARIAGA. Secretario de Planeación Municipal de Teorama.

DAGOBERTO LOZANO M. Coordinador Sanitario Oficina de Saneamiento Ambiental de Ocaña.

ESPO. Empresa de Servicios Públicos de Ocaña.

JOSE URIBE NAVARRO. Ingeniero Civil. Coordinador de Salud Ambiental de Norte de Santander.

Trabajadores de las diferentes dependencias de la Alcaldía Municipal y ciudadanos de Teorama vinculados e identificados con las actividades desarrolladas para la ejecución del proyecto.

A todos los amigos, compañeros y familiares que de una u otra manera fueron importantes para la realización del presente documento.



## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	39
1. PROBLEMA	41
1.1 TÍTULO	41
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	41
1.2.1 Definición del problema	41
1.2.2 Formulación del problema	41
1.3 JUSTIFICACIÓN	42
1.4 OBJETIVOS	42
1.4.1 Objetivo general	42
1.4.2 Objetivos específicos	42
2. GENERALIDADES	44
2.1 INFORMACIÓN DEPARTAMENTAL	44
2.2 GEOGRAFÍA FÍSICA	45

2.3 ECONOMÍA	45
2.4 INFORMACIÓN MUNICIPAL	46
2.4.1 Proceso histórico de desarrollo municipal	46
2.4.2 Ubicación geográfica	46
2.4.3 Entorno nacional	48
2.4.4 El municipio y su contexto binacional	48
2.4.5 El municipio y su contexto metropolitano	48
2.4.6 El municipio y su contexto urbano – municipal	48
2.4.7 División administrativa	48
2.4.8 División político-administrativa rural	49
2.4.9 Infraestructura vial y de transporte	50
2.4.10 Uso de la tierra	51
2.4.11 Vegetación	51
2.4.12 Fauna	52
2.4.13 Hidrología y climatología	52

2.4.14 Análisis sociocultural	56
2.4.15 Seguridad social	56
2.4.16 Educación	57
2.4.17 Economía	57
2.4.18 Servicios públicos	58
2.4.19 Vivienda	63
2.4.20 Áreas	63
3. ANÁLISIS DE POBLACIÓN Y DEMANDA	65
3.1 ANTECEDENTES DEMOGRÁFICOS	65
3.2 POBLACIÓN ACTUAL	67
3.3 TASA DE CRECIMIENTO	67
3.4 PROYECCIONES DE POBLACIÓN	69
3.5 ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE LA DEMANDA SEGÚN R.A.S	70
3.5.1 Nivel de complejidad del sistema	70
3.5.2 Dotación neta de consumo	71

3.5.3 Dotación bruta de consumo	73
3.5.4 Caudales de diseño	73
3.6 DETERMINACIÓN DEL FACTOR K2 DE COSUMO (QMH/QMD)	76
3.6.1 Datos tomados	77
3.6.2 Cálculos de las pruebas volumétricas	77
3.7 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA SEGÚN EL PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA	80
4. CARACTERIZACIÓN DE LAS MICROCUENCAS	83
4.1 GENERALIDADES	83
4.2 OFERTA DEL RECURSO HÍDRICO DE LA CUENCA MAYOR DEL CATATUMBO	86
4.3 DEMANDA HÍDRICA	89
4.3.1 Demanda por uso agrícola	89
4.3.2 Demanda por población	89
4.4 ÍNDICE DE ESCASEZ	89
4.5 ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS	90
4.5.1 Áreas de preservación estricta	91

4.5.2 Áreas de conservación activa	92
4.5.3 Áreas de regeneración y mejoramiento	92
4.6 SUELO	93
4.7 GEOMORFOLOGÍA	95
4.7.1 Unidades de origen estructural	95
4.7.2 Unidades de origen denudacional	95
4.7.3 Unidades de Origen Denudacional – Estructural	95
4.7.4 Unidad de origen aluvial	95
5. DIAGNÓSTICO TÉCNICO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO	96
5.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO	96
5.2 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN TÉCNICA Y OPERATIVA EXISTENTE	98
5.3 TRABAJOS DE CAMPO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	99
5.3.1 Subsistema de producción	100
5.3.2 Subsistema de distribución	262
6. DIAGNÓSTICO EMPRESARIAL	270

6.1 ASPECTOS INSTITUCIONALES Y LEGALES	270
6.2 ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	272
6.3 ASPECTOS FINANCIEROS	273
6.4 ASPECTOS COMERCIALES	275
7. PROGRAMA DE CONTROL DE PÉRDIDAS EN EL SISTEMA DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE TEORAMA	282
7.1 BALANCE DEL AGUAS	282
7.2 PROGRAMA DE CONTROL DE PÉRDIDAS	286
8. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS Y PLAN DE ACCIÓN TÉCNICO	340
8.1 ALTERNATIVA #1 POSIBILIDAD DE UTILIZACIÓN DE UN SUBSISTEMA ÚNICO ABASTECEDOR DEL ACUEDUCTO	340
8.1.1 Captación	340
8.1.2 Optimización del desarenador	340
8.1.3 Construcción de vertederos en las captaciones Buga, Cuatro Esquinas y Aposentos	341
8.1.4 Optimización al proceso de potabilización del agua	341
8.2 ALTERNATIVA #2 OPTIMIZACIÓN DE LOS SUBSISTEMAS ACTUALES PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y RIEGO	343

8.2.1 Estructuras de captación	343
8.2.2 Optimización de las cuatro estructuras desarenadoras	343
8.2.3 Optimización al proceso de potabilización del agua	343
8.3 IMPLEMENTACIÓN DE LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS	343
9. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS-PREDISEÑOS	346
9.1 SOLUCIÓN DE LA ALTERNATIVA #2 OPTIMIZACIÓN DE LOS SUBSISTEMAS ACTUALES PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y RIEGO	347
9.1.1 Evaluación del desarenador de Farache	347
9.1.2 Evaluación del desarenador de Aposentos	349
9.1.3 Evaluación del desarenador de Buga y Cuatro Esquinas	353
9.1.4 Prediseños de vertederos para los cuatro subsistemas	357
9.1.5 Optimización al proceso de potabilización del agua	369
10. IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y AHORRO DEL AGUA EN EL MUNICIPIO DE TEORAMA, NORTE DE SANTANDER	394
10.1 CAMPAÑAS DE SOCIALIZACIÓN	394
10.2 ANÁLISIS CON LAS AUTORIDADES MUNICIPALES	399

11. IMPLEMENTACIÓN DE LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS	400
11.1 CONTEXTUALIZACIÓN DE COMUNIDAD ORGANIZADA	400
11.2 ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA COMUNITARIA	401
11.2.1 Características de la empresa comunitaria	403
11.2.2 Ventajas de la implementación de la empresa de tipo comunitaria	404
11.2.3 Tipo de empresa comunitaria	405
11.3 ESQUEMA CONTRACTUAL	407
11.4 FASES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS	408
11.4.1 Fase 0	408
11.4.2 Fase I	408
11.4.3 Fase II	414
11.4.4 Fase III	440
11.4.5 Fase IV	452
11.4.6 Fase V	454
12. CONCLUSIONES	475



13. RECOMENDACIONES	478
BIBLIOGRAFÍA	479
ANEXOS	481