



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



RESUMEN – TESIS DE GRADO

AUTORES: OSCAR FERMIN CORREA TARAZONA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN BIOTECNOLÓGICA

DIRECTOR: JOHN SUAREZ GELVEZ

**TITULO DE LA TESIS PLAN PARA LA GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS
SÓLIDOS URBANOS (PGIRS) EN EL MUNICIPIO EL ESPINO
DEPARTAMENTO DE BOYACA**

RESUMEN

El siguiente proyecto se llevó a cabo con el objetivo de diseñar un plan para la gestión integral de residuos sólidos urbanos (PGIRS) en el municipio El Espino departamento de Boyacá. Debido a la complejidad de los problemas ambientales generados por los residuos sólidos, es necesario orientar a los municipios colombianos en los procesos de planificación de la gestión integral de los residuos sólidos bajo la metodología adoptada por la normatividad ambiental vigente (Res 1045/03) y los principios de la Política Nacional Ambiental, la Política para la Gestión Integral de Residuos Sólidos y la sostenibilidad, en cumplimiento del artículo 8° del Decreto 1713 de 2002 en el cual se determina la obligatoriedad de las entidades territoriales de elaborar y mantener actualizado el Plan Municipal o Distrital para la Gestión Integral de Residuos Sólidos

CARACTERISTICAS

PAGINAS 240 PLANOS _____ ILUSTRACIONES _____ CD-ROM 1

**PLAN PARA LA GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS
(PGIRS) EN EL MUNICIPIO EL ESPINO DEPARTAMENTO DE BOYACA**

OSCAR FERMIN CORREA TARAZONA

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN BIOTECNOLÓGICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2006**

**PLAN PARA LA GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS
(PGIRS) EN EL MUNICIPIO EL ESPINO DEPARTAMENTO DE BOYACA**

OSCAR FERMIN CORREA TARAZONA

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar por al título de Ingeniero de
Producción Biotecnológica**

**Director
JOHN SUAREZ GELVEZ
Ingeniero Químico**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN BIOTECNOLÓGICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2006**



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
-Ingeniería de Producción Biotecnológica-

ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2005

HORA: 02:00 p.m.

LUGAR: SALA 4 - 3 PISO EDIFICIO CREAD

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA DE PRODUCCION BIOTECNOLOGICA

TITULO DE LA TESIS: "PLAN PARA LA GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS (PGIRS) EN EL MUNICIPIO EL ESPINO, DEPARTAMENTO DE BOYACA".

JURADOS: NANCY SERRANO SILVA
DAVID SILVA RODRIGUEZ
YANETH A. MUÑOZ PEÑALOZA

DIRECTOR: JHON H. SUAREZ GELVES

| NOMBRE DEL ESTUDIANTE | CODIGO | CALIFICACION |
|--------------------------|--------|--------------|
| OSCAR F. CORREA TARAZONA | 610183 | 4.5 |

OBSERVACIONES:
MERITORIA

FIRMA DE LOS JURADOS:

Nancy Serrano Silva David Silva Rodríguez Yaneth A. Muñoz Peñaloza

Vo.Bo. Coordinador Comité Curricular Yaneth A. Muñoz Peñaloza

A Dios por regalarme el tiempo necesario para culminar esta meta, por su infinita bondad y por todas las cosas buenas que ha hecho en mi vida.

A mis padres Amanda y Pedro por su abnegación y constante trabajo para forjarme un mejor futuro, a mi hermano Pedro Wilmer con quien compartí y me apoyó en toda mi carrera, a mis tíos, primos y a toda mi familia que siempre estuvo pendiente de mí.

A mis amigos, por acogerme, comprenderme, apoyarme y por permitirme compartir tantos momentos maravillosos.

A mi tío Nairo Alexander Tarazona Gallo Q.E.P.D. por permitirme desarrollar este trabajo de grado.

Con el corazón, Oscar

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento sincero es para todas las personas que apoyaron mi proyecto, que directa o indirectamente aportaron su sabiduría para ponerla al servicio de esta investigación y los cuales son también partícipes de la consolidación de esta meta.

Al profesor JOHN SUARES GELVEZ, quien desde el inicio de este trabajo estuvo pendiente del buen desarrollo de todas las actividades propuestas, colocando parte de su tiempo para guiarme y ayudarme para llevar a feliz termino esta investigación con resultados mas que positivos.

A la profesora YANETH MUÑOZ, directora del plan de estudios de I.P.B. por su colaboración en todas las diligencias y actividades que fueron necesarias para lograr tener toda la documentación del proceso de graduación y quien además es mi jurado de tesis de grado.

A la Corporación Autónoma Regional de Boyacá CORPOBOYACA, por las capacitaciones realizadas en el manejo de los residuos sólidos y elaboración de PGIRS bajo la metodología de Marco Lógico.

Y por último el agradecimiento más importante y con los que estaré eternamente agradecido, mis amigos de la ADMINISTRACION MUNICIPAL DEL MUNICIPIO EL ESPINO, en cabeza de mi tío NAIRO ALEXANDER TARAZONA GALLO Q.E.P.D. quien desde el inicio de mi investigación me brindó el apoyo logístico, económico y la asesoría necesaria para culminar mi trabajo

CONTENIDO

| | Pág. |
|---|-------------|
| INTRODUCCION | 27 |
| 1. EL PROBLEMA | 29 |
| 1.1 TITULO | 29 |
| 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 29 |
| 1.3 JUSTIFICACION | 30 |
| 1.4 OBJETIVOS | 30 |
| 1.4.1 Objetivo general | 30 |
| 1.4.2 Objetivos específicos | 30 |
| 2. MARCO REFERENCIAL | 32 |
| 2.1 MARCO TEORICO | 32 |
| 2.1.1 Clasificación de los residuos sólidos | 32 |
| 2.1.2 Características de los residuos sólidos | 34 |
| 2.1.3 Jerarquía de la Girs | 35 |

| | |
|---|----|
| 2.1.4 Composición y características de los residuos sólidos en Colombia | 35 |
| 2.1.5 Sistemas empleados en la disposición final | 40 |
| 2.1.6 Qué es el compostaje | 42 |
| 2.1.7 Estructura marco lógico de proyectos | 45 |
| 2.1.8 Criterios para la formulación y evaluación de alternativas viables y sostenibles en la construcción del PGIRS | 45 |
| 2.2 MARCO CONCEPTUAL | 46 |
| 2.3 MARCO CONTEXTUAL | 49 |
| 2.3.1 Generalidades del municipio El Espino Departamento de Boyacá | 49 |
| 2.4 MARCO LEGAL | 55 |
| 2.4.1 De carácter general | 55 |
| 2.4.2 Servicio público de aseo | 55 |
| 2.4.3 Sanitario y ambiental | 56 |
| 2.4.4 Recursos financieros | 57 |
| 2.4.5 Regulación del servicio público de aseo | 57 |
| 2.4.6 Documentos de referencia | 57 |

| | |
|--|----|
| 3. DISEÑO METODOLOGICO | 59 |
| 3.1 TIPO DE INVESTIGACION | 59 |
| 3.2 POBLACION Y MUESTRA | 59 |
| 3.2.1 Población | 59 |
| 3.2.2 Muestra | 59 |
| 3.3 FASES DE LA INVESTIGACION | 65 |
| 3.4 INSTRUMENTOS Y MATERIALES | 68 |
| 3.5 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS | 69 |
| 3.6 TÉCNICAS DE ANÁLISIS | 70 |
| 3.6.1 Servicio de aseo urbano | 70 |
| 4. DIAGNOSTICO GENERAL DE LA RECOLECCION, PRODUCCION, COMPOSICION Y DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS GENERADOS EN EL MUNICIPIO EL ESPINO DEPARTAMENTO DE BOYACA | 71 |
| 4.1 PRESENTACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS | 71 |
| 4.1.1 Tiempo de almacenamiento | 72 |
| 4.1.2 Recipientes para el almacenamiento | 72 |

| | |
|--|----|
| 4.1.3 Número total de usuarios atendidos con el servicio de recolección y transporte (U) | 73 |
| 4.1.4 Número total de domicilios localizados en el área urbana (V) | 73 |
| 4.1.5 Actividades y campañas realizadas para promover la reducción de los residuos sólidos presentados | 73 |
| 4.2 RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE | 73 |
| 4.2.1 Número de viajes realizados al mes | 73 |
| 4.2.2 Número de veces al año que se debería prestar el servicio (D) | 74 |
| 4.2.3 Frecuencia, horario y ruta de recolección | 74 |
| 4.2.4 Número y tipo de vehículos de recolección, capacidad unitaria en toneladas y características | 74 |
| 4.2.5 Estado de las vías y accesibilidad a los diferentes sectores que conforman el área urbana, de acuerdo con el EOT | 75 |
| 4.2.6 Descripción de la infraestructura existente | 76 |
| 4.2.7 Número de operarios en recolección y transporte (ORT) | 76 |
| 4.2.8 Cobertura de recolección, respecto al número de usuarios (CRU) | 76 |
| 4.2.9 Rendimiento personal de recolección (Kg/operario-mes) | 77 |
| 4.3 BARRIDO Y LIMPIEZA | 77 |

| | |
|--|----|
| 4.3.1 Longitud total de vías en el área urbana (LTV) | 77 |
| 4.4 PRODUCCION Y COMPOSICION | 77 |
| 4.5 TRATAMIENTO Y/O APROVECHAMIENTO | 82 |
| 4.6 DISPOSICIÓN FINAL | 82 |
| 4.6.1 Residuos especiales | 83 |
| 4.6.2 Prestación del servicio en el área rural | 83 |
| 4.6.3 Lugar de disposición final | 83 |
| 4.6.4 Autorizaciones ambientales otorgadas por la autoridad ambiental competente al sitio de disposición final y unidades de aprovechamiento | 84 |
| 4.6.5 Vida útil | 84 |
| 4.6.6 Poblaciones y comunidades afectadas directa o indirectamente con la prestación del servicio, en especial aquellas localizadas cerca de los actuales y/o futuros sitios de disposición final y el aprovechamiento de los residuos | 85 |
| 4.7 DENSIDAD PROMEDIO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS | 85 |
| 4.8 RESIDUOS HOSPITALARIOS | 86 |
| 4.9 RESIDUOS PROVENIENTES DEL MATADERO MUNICIPAL | 87 |

| | |
|---|----|
| 4.10 INDICADORES DEL SERVICIO ACTUAL DE ASEO PÚBLICO DOMICILIARIO | 87 |
| 4.11 ENCUESTAS PARA DETERMINAR USOS Y COSTUMBRES DE LA COMUNIDAD Y SU CAPACIDAD Y DISPONIBILIDAD PARA PAGAR UN BUEN SERVICIO DE ASEO EN EL MUNICIPIO EL ESPINO DEPARTAMENTO DE BOYACÁ | 88 |
| 4.12 ANÁLISIS BRECHA | 88 |
| 4.13 ORGANIZACIÓN MUNICIPAL PARA LA ELABORACIÓN DEL PGIRS | 89 |
| 4.13.1 Grupo coordinador | 89 |
| 4.13.2 Grupo técnico | 89 |
| 5. PROYECCIONES BASICAS PARA LA FORMULACION DE ALTERNATIVAS DEL PGIRS | 90 |
| 5.1 PROYECCIONES DE POBLACIÓN Y DE USUARIOS POR ESTRATO | 90 |
| 5.2 PROYECCIONES DE GENERACIÓN DE RESIDUOS | 92 |
| 6. FORMULACION DE LOS OBJETIVOS GENERALES, ESPECIFICOS Y METAS DEL PGIRS DEL MUNICIPIO EL ESPINO DEPARTAMENTO DE BOYACA | 94 |
| 6.1 OBJETIVOS GENERALES DEL PGIRS DEL MUNICIPIO EL ESPINO DEPARTAMENTO DE BOYACÁ | 94 |

| | |
|---|-----|
| 6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PGIRS DEL MUNICIPIO EL ESPINO DEPARTAMENTO DE BOYACÁ | 95 |
| 6.3 METAS GENERALES DEL PGIRS DEL MUNICIPIO EL ESPINO DEPARTAMENTO DE BOYACÁ | 95 |
| 7. FORMULACION Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE LOS R.S.U. DEL MUNICIPIO EL ESPINO DEPARTAMENTO DE BOYACA | 97 |
| 7.1 ALTERNATIVA 1 RELLENO SANITARIO MANUAL SIN APROVECHAMIENTO PARA EL MUNICIPIO EL ESPINO DEPARTAMENTO DE BOYACÁ | 97 |
| 7.2 ALTERNATIVA 2 PLANTA DE RECUPERACIÓN DE MATERIALES Y MICRORELLENO SANITARIO MANUAL | 98 |
| 7.3 ALTERNATIVA 3 RELLENO SANITARIO REGIONAL | 98 |
| 7.4 APLICACIÓN DEL MODELO FINANCIERO A LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS | 99 |
| 7.5 MATRIZ PARA LA SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS VIABLE | 103 |
| 7.6 COMPARACIÓN DE LAS TARIFAS ANALIZADAS POR MODELO FINANCIERO | 105 |
| 7.7 ALTERNATIVA SELECCIONADA | 105 |
| 8. SELECCIÓN DEL LOTE | 107 |

| | |
|--|------------|
| 8.1 ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA SELECCIÓN DEL LOTE | 107 |
| 8.1.1 Disponibilidad de terreno y localización | 107 |
| 8.1.2 Cercanía a centros urbanos o asentamientos | 107 |
| 8.1.3 Topografía y suelo | 107 |
| 8.1.4 Clima | 107 |
| 8.1.5 Uso futuro | 108 |
| 8.1.6 Condiciones del entorno | 108 |
| 8.1.7 Aceptabilidad | 108 |
| 8.2 LOTES PRESELECCIONADOS | 108 |
| 8.2.1 Criterios para la selección del lote | 110 |
| 8.3 ESTUDIOS REALIZADOS AL LOTE SELECCIONADO | 111 |
| 8.3.1 Ubicación y características del proyecto | 111 |
| 8.3.2 Investigaciones de campo | 111 |
| 8.3.3 Investigación de laboratorio | 113 |
| 8.3.4 Aspectos geotécnicos y estabilidad de laderas | 113 |

| | |
|---|-----|
| 8.4 NIVEL FREÁTICO | 114 |
| 8.5 LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS | 115 |
| 8.5.1 Equipo utilizado | 115 |
| 9. PROGRAMA DE APROVECHAMIENTO PARA EL MUNICIPIO EL ESPINO DEPARTAMENTO DE BOYACA | 116 |
| 9.1 PROGRAMA DE EDUCACION Y SENSIBILIZACION PARA EL MUNICIPIO EL ESPINO DEPARTAMENTO DE BOYACA | 116 |
| 9.2 ACTIVIDADES DEL PROGRAMA | 116 |
| 9.3 PROGRAMA PARA LA PRODUCCION DE COMPOST A PARTIR DE LA MATERIA ORGANICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL MUNICIPIO EL ESPINO DEPARTAMENTO DE BOYACA | 118 |
| 9.3.1 Descripción de los ensayos realizados | 118 |
| 9.3.2 Análisis de resultados | 121 |
| 10. MANEJO DE RESIDUOS ESPECIALES | 125 |
| 10.1 MANEJO DE RESIDUOS HOSPITALARIOS | 125 |
| 10.2 MANEJO DE RESIDUOS PROVENIENTES DEL MATADERO MUNICIPAL | 126 |
| 10.3 PRESTACIÓN DE LOS DEMÁS SERVICIOS ESPECIALES | 126 |

| | |
|---|-----|
| 11. ESTRUCTURACION DEL PGIRS DEL MUNICIPIO EL ESPINO DEPARTAMENTO DE BOYACA | 127 |
| 11.1 BASES PARA LA ESTRUCTURACIÓN DEL PGIRS | 127 |
| 11.2 DEFINICIÓN DE LOS PROGRAMAS Y PROYECTOS QUE HARÁN PARTE DEL PGIRS DEL MUNICIPIO EL ESPINO DEPARTAMENTO DE BOYACÁ | 127 |
| 11.3 FORMULACION DEL PLAN DE CONTINGENCIAS | 131 |
| 11.3.1 Análisis de vulnerabilidad | 131 |
| 11.3.2 Identificación de los fenómenos que podrían representar una amenaza para la prestación del servicio de aseo | 132 |
| 11.4 SEGUIMIENTO, CONTROL Y ACTUALIZACION DEL PGIRS | 134 |
| 11.4.1 Seguimiento y control | 135 |
| 11.4.2 Actualización del PGIRS | 135 |
| 11.4.3 Responsables del seguimiento, control y actualización del PGIRS | 135 |
| 12. DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL MUNICIPIO EL ESPINO DEPARTAMENTO DE BOYACA | 136 |
| 12.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCION, TRANSPORTE, BARRIDO Y LIMPIEZA | 137 |

| | |
|--|-----|
| 12.1.1 Presentación | 137 |
| 12.1.2 Recolección | 138 |
| 12.1.3 Diseño de la ruta de recolección | 138 |
| 12.1.4 Vehículo recolector | 139 |
| 12.1.5 Cuadrilla de recolección | 141 |
| 12.1.6 Barrido y limpieza | 141 |
| 12.2 MANEJO DE LOS MATERIALES RECICLABLES | 141 |
| 12.2.1 Recolección y transporte | 141 |
| 12.2.2 Recepción de bolsas | 141 |
| 12.3 MANEJO DE ORGANICOS Y DISPOSICION DE MATERIALES NO RECUPERABLES | 142 |
| 12.4 SENSIBILIZACIÓN, EDUCACIÓN Y PARTICIPACIÓN COMUNITARIA | 142 |
| 12.5 CALCULO DE AREAS | 144 |
| 12.5.1 Áreas requeridas para compostaje | 144 |
| 12.5.2 Área necesaria para microrelleno | 147 |
| 12.5.3 Área necesaria para materiales reciclables | 148 |

| | |
|--|-----|
| 13. PLAN ESTRATEGICO DEL PLAN PARA LA GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS (PGIRS) DEL MUNICIPIO EL ESPINO DEPARTAMENTO DE BOYACA | 149 |
| 13.1 DESCRIPCION DE LA LATERNATIVA SELECCIONADA | 149 |
| 13.2 OBJETIVO GENERAL DEL PGIRS | 150 |
| 13.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS | 150 |
| 13.4 METAS | 151 |
| 13.5 PROGRAMAS Y PROYECTOS | 152 |
| 14. CONCLUSIONES | 154 |
| 15. RECOMENDACIONES | 156 |
| BIBLIOGRAFIA | 158 |
| ANEXOS | 160 |