

# FORMULACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS-PGIRS- MUNICIPIO DE SUESCA CUNDINAMARCA

Claudia Patricia Falla Castellanos  
Mary Angélica Jiménez Monroy

Universidad Libre  
Facultad De Ingenieria  
Departamento De Ambiental  
Bogotá  
2005

FORMULACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
SÓLIDOS-PGIRS- MUNICIPIO DE SUESCA CUNDINAMARCA

Proyecto De Grado N°

Claudia Patricia Falla Castellanos  
Mary Angelica Jiménez Monroy

Proyecto De Grado Presentado Como Prerrequisito Para Obtener El Titulo De  
Ingeniero Ambiental

Director:  
Erika Torrado Briceño  
Ingeniera Sanitaria

Universidad Libre  
Facultad De Ingeniería  
Departamento De Ambiental  
Bogotá – 2005

# Formulación Del Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos-PGIRS- Municipio De Suesca Cundinamarca

Proyecto N° 377-564

## Resumen

El Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos del municipio de Suesca promueve la interacción entre la administración municipal y la comunidad, buscando la participación de esta como alternativa primordial en la gestión de los residuos en el municipio para beneficio mutuo, y de este modo asegurar el cumplimiento de la normatividad ambiental.

## Palabras Claves

Residuos Sólidos- Disposición-Aprovechamiento-Servicio- Relleno- Aseo-  
Recuperación-Ppc-sensibilización-Reciclaje-Tratamiento-

## Abstract

The Plan Of Integral Management Of Solid Residuals of the municipality of Suesca promotes the interaction between the municipal administration and the community, looking for the participation of this as primordial alternative in the management of the residuals in the municipality for mutual benefit, and this way to assure the execution of the environmental norms.

## Key Words

Solid Residue- Disposition- Advantage-Service-Full-Ppc-Sensibilisation- Recycling-Treatment.

Nota De Aceptación

---

---

---

---

Jurado

---

Jurado

Bogotá 14 De Octubre De 2005

*Agradezco A Mi Familia Quien Me Brindo Todo  
Su Apoyo Y Motivación En Cada Momento, A  
La Ingeniera Erika Ferrado Quien Hizo Posible  
La Realización De Este Trabajo ; A Todas  
Las Personas Que Han Estado Allí  
Para Acompañarme Y Fortalecerme  
En El Momento Oportuno*

*Mary Jiménez M.*



## TABLA DE CONTENIDO

	<b>PAG</b>
1. Introducción	19
2. Planteamiento Del Problema	21
2.1. Descripción Del Problema	21
2.2. Elementos Del Problema	21
2.3. Delimitación Del Problema	22
2.4. Formulación Del Problema	23
3. Objetivos	25
3.1. Objetivo General	25
3.2. Objetivos Específicos	25
4. Justificación	27
5. Marco Teórico	30
5.1 Antecedentes	30
5.2 Teorías Básicas	31
5.2.1 Reciclaje Y Reuso De Materiales	31
5.2.2 Compactación	32
5.2.3 Incineración – Pirolysis	32
5.2.4 Compostaje Aerobio	32
5.2.5 Lombricultura	33
5.2.6 Biogeneración.	34
5.2.7 Rellenos Sanitarios.	34
5.3 Estado Actual Del Problema	3
5.4 Conceptualización	35
6. Formulación De Hipótesis	38
7. Métodos Y Técnicas De Comprobación.	39
8. Metodología	
8.1 Parámetros, Procedimientos Y Técnicas De La Investigación.	40
9. Diagnostico	41
9.1 Diagnostico General.	41
9.1.1 Características Del Municipio	41
9.1.1.1 Reseña Histórica	41



9.1.1.2 Localización	42
9.1.1.3 Límites	42
9.1.1.4 Características Geográficas Y Orográficas	43
9.1.1.5 Características Hidrográficas	43
9.1.2 Aspectos Climáticos	46
9.1.2.1 Brillo Solar	46
9.1.2.2 Temperatura Media	46
9.1.2.3 Precipitación Media Anual.	47
9.1.2.4 Evapotranspiración Media Mensual	48
9.1.3 Uso Del Suelo	49
9.1.4 Aspectos Demográficos	51
9.1.4.1 Población Actual	52
9.1.4.2 Censos De Población: Dane, Sisbén	52
9.1.4.3 Densidad Poblacional Por Sectores	55
9.1.5 Aspectos Económicos Ente Territorial	58
9.1.5.1 Ingresos Corrientes Del Municipio	58
9.1.5.2 Impuesto Predial	59
9.1.5.3 Otros Ingresos	60
9.2 Diagnóstico Socioeconómico	60
9.2.1 Principales Actividades Económicas Del Municipio.	60
9.2.2 Industrias, Comercio Y Actividades Agrícolas Que Puedan Aprovechar	61
9.2.3 Los Residuos Sólidos Generados.	63
9.2.4 Estratificación Socioeconómica Del Municipio.	63
9.2.5 Identificación De Las Organizaciones De Recicladores,	63
9.3 Diagnóstico Ambiental	63
9.3.1 Descripción De Los Impactos Ambientales.	63
9.3.1.1 Impactos Ambientales Por La Disposición Final	64
9.3.1.2 Recurso Agua	64
9.3.1.2.1 Agua Superficial	64
9.3.1.3 Recurso Flora Recurso Suelo.	65
9.3.1.3.1 Características Físicas Y Químicas	65
9.3.1.3.2 Erosión	66
9.3.1.4 Recurso Aire	66
9.3.1.4.1 Calidad De Aire	66
9.3.1.4.2 Olor	67
9.3.1.4.3 Nivel Sonoro	68
9.3.1.4.4 Recurso Flora Recurso Fauna	69
9.3.1.5.1 Hábitat	69
9.3.1.6 Recurso Flora	70
9.3.1.7. Paisaje	71

9.3.2 Medio Social	71
9.3.2.1 Seguridad Y Salud	71
9.3.2.2 Educación	72
9.3.2.3 Economía	73
9.3.2.4 Infraestructura	74
9.3.3 Fuentes De Agua	74
9.3.3.1 Características Del Vertimiento De Lixiviado Producido En “Mondoñedo”	75
9.4 Diagnóstico Técnico, Operativo Y De Planeación	79
9.4.1 Presentación De Residuos	79
9.4.1.1 Cantidad Total De Residuos Sólidos Recolectados Al Mes	79
9.4.1.2 Caracterización Física Y Química De Residuos Sólidos.	80
9.4.1.3 Caracterización Física General Del Municipio.	86
9.4.1.4 Caracterización Química General Del Municipio.	87
9.4.1.5 Actividades Y Campañas Realizadas Para Promover La Reducción De Los Residuos Sólidos Presentados	88
9.4.1.6 Producción Mensual De Residuos Por Usuario.	88
9.4.1.7 Cantidad De Residuos Sólidos Generados Por El Municipio.	89
9.4.1.8 Número Total De Usuarios Atendidos Con El Servicio De Recolección Y Transporte (U)	89
9.4.1.9 Número Total De Domicilios Localizados En El Área Urbana (V)	89
9.4.2 Componente De Recolección Y Transporte	90
9.4.2.1 Área Urbana Donde Se Presta El Servicio De Recolección En Ha (Aus)	90
9.4.2.2 Área Urbana Total En Ha (Aut)	90
9.4.2.3 Número De Usuarios De La Zona I (Ui)	90
9.4.2.4 Número De Veces En Que No Se Prestó El Servicio En La Zona I,	90
9.4.2.5 Número De Veces Al Año En Que Se Debe Prestar El Servicio (D)	90
9.4.2.6 Tiempo Promedio Efectivo De Recolección (Expresado En Horas).	91
9.4.2.7 Macrorutas.	91
9.4.2.8 Número Y Tipo De Vehículos De Recolección	91
9.4.2.9 Estado De Las Vías Y Accesibilidad.	92
9.4.2.10 Infraestructura Existente	93
9.4.2.11 Número De Operarios En Recolección Y Transporte (Ort)	95
9.4.2.12 Costo Anual De Personal Dedicado A Las Actividades De Recolección Y Transporte (Cprt):	95
9.4.2.13 Cobertura De Recolección, Respecto Al Número De Usuarios:	96
9.4.2.14 Cobertura De Recolección, Respecto Al Área Urbana	96
9.4.2.15 Continuidad Del Servicio Por Sectores De Recolección	96
9.4.2.16 Eficiencia Laboral	96
9.4.2.17 Rendimiento Del Personal De Recolección Y Transporte	96
9.4.3 Componente De Barrido Y Limpieza	97

9.4.3.1	Área Urbana Con Servicio De Barrido En Ha (Aub).	97
9.4.3.2	Longitud De Vías Barridas Manualmente Al Mes,	97
9.4.3.3	Longitud Total De Vías Barridas.	97
9.4.3.4	Longitud Total De Vías En El Área Urbana	97
9.4.3.5	Número De Operarios De Barrido Empleados Al Mes (Ob).	97
9.4.3.6	Descripción De Las Actividades De Operación Y Mantenimiento Realizadas	98
9.4.3.7	Descripción De Las Herramientas Disponibles	98
9.4.3.8	Cantidad De Residuos Sólidos Recogidos	99
9.4.3.9	Frecuencias Del Barrido Semanal Por Estrato (No. De Veces/Semana)	99
9.3.4.10	Concentración De Residuos Sólidos	99
9.3.4.11	Cobertura De Barrido Y Limpieza De Vías:	99
9.4.3.12	Cobertura De Barrido Y Limpieza De Áreas Públicas:	100
9.4.3.13	Rendimiento De Barrido Manual:	100
9.4.4	Componente De Tratamiento Y/O Aprovechamiento	100
9.5	Diagnostico Financiero	101
9.5.1.1	Razón Corriente Del Municipio:	101
9.5.1.2	Coeficiente De Operación:	101
9.5.1.3	Margen De Utilidad Operacional:	101
9.5.1.4	Razón De Endeudamiento:	102
9.5.1.5	Días Promedio Por Cobrar:	102
9.5.2	Aspectos Económicos:	102
9.5.2.1	Ingresos:	102
9.5.2.1.1	Ingresos Por Tarifas:	102
9.5.2.1.2	Valor De La Factura:	102
9.5.2.1.3	Ingresos Por Comercialización:	103
9.5.2.1.4	Identificación De Fuentes Para La Administración Del Servicio.	103
9.5.2.2	Subsidios Y Contribuciones:	103
9.5.2.3	Costos:	103
9.5.2.3.1	Costo Anual Por Componente:	103
9.5.2.3.2	Costos Unitarios Por Componente:	105
9.5.2.3.2.1	Costo Unitario De Anual De Recolección	105
9.5.2.3.2.2	Costos Unitarios Anuales De Barrido Y Limpieza	105
9.5.2.3.2.3	Costo Unitario Anual De Disposición Final	
10.	Análisis Brecha	106
10.1.1	Análisis D.O.F.A Técnico Operativo	107
10.1.2	Análisis D.O.F.A Institucional	112
10.1.3	Análisis D.O.F.A Socioeconómico	114
10.2	Estrategias D.O.F.A	128
11.	Proyecciones.	153
11.1	Población Urbana	153

11.1.2 Población Rural (Cacicazgo)	154
11.1.3 Población Total (Da Servicio De Aseo)	155
11.2 Suscriptores Por Estrato:	156
11.3 Generación De Residuos	157
12 Objetivos Y Metas Generales Del PGIRS	159
12.1 Objetivos Y Metas Generales	159
12.2 Objetivos Específicos	160
13. Formulación De Alternativas	163
13.1 Matriz De Alternativas	165
13.2 evaluación De Alternativas	166
13.3 Aspectos Susceptibles De Ser Afectados:	167
13.4 Definición De Unidades De Importancia (Uip)	168
13.5 Prefactibilidad De Alternativas	169
13.5.1 Alcance De Las Alternativas	170
13.5.2 Aspecto Técnico	170
13.5.3 Aspecto Institucional:	171
13.6 Estudio De Prefactibilidad	175
13.6.1 Alternativa Número 1	175
13.6.1.1. Prefactibilidad Técnica:	175
13.6.1.2 Prefactibilidad Operacional	176
13.6.1.3 Prefactibilidad Ambiental	177
13.6.2 Alternativa Número 3	179
13.6.2.1 Prefactibilidad Operativa	179
13.6.3 Alternativa Número 4	185
14. Estudio De Factibilidad	188
14.1 Estudio De Mercado Para La Implementación Del Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos En El Municipio De Suesca Cundínamarca	188
14.1.2 .Usuario O Consumidor	189
14.1.3. Delimitación Y Descripción Del Mercado	190
14.1.3.1 Comportamiento De La Demanda Del Producto	190
14.1.3.2 El Comportamiento De La Oferta Del Producto	191
14.1.3.3 Análisis Integral De Satisfacción De Usuarios	191
14.1.4 Determinación Del Tipo De Demanda Existente En El Mercado	193
14.1.4.1 Comercialización Del Producto	194
15. La Utilización De Los Residuos Sólidos Orgánicos	209
15.1. El Compostaje Como Alternativa Para Manejo De Residuos Aprovechables De Rápida Putrefacción,	209
15.1.1 Rango de temperatura para microorganismos.	213
15.1.2 Dimensionamiento de un sistema de compostaje.	216
15.1.2.1 Cálculo de lixiviados.	222

15.1.3 Algunos métodos para obtención del compost.	227
15.2 Alternativas de aplicación del compost y personal operativo en una planta de compost	229
15.3 reciclaje de materiales de residuos aprovechables	230
15.3.1 reciclaje del vidrio	230
15.4 reciclaje de desechos de papel	236
15.5 reciclaje del plástico.	243
15.6 reciclaje de los metales.	255
15.7 El relleno manual sanitario	258
15.7.1 Diseño del relleno sanitario manual	267
15.7.2 Producción de gas para el relleno manual	270
16. Estructuración del plan.	272
16.1 Programas	272
17 Estudio financiero implementación PGIRS.	298
17.1 Flujo de fondo del proyecto.	310
18. Plan de contingencias	319
19. Seguimiento y monitoreo	342
20 Recomendaciones	345
21. Conclusiones	349
22. Bibliografía	352
23 Infografía	353

## LISTA DE TABLAS

	<b>PAG</b>
Tabla 1. Conformación De Las Cuencas Hidrográficas	44
Tabla 2. Análisis De Los Perímetros Urbanos Del Municipio De Suesca	51
Tabla 3. Proyección De La Población En Suesca	53
Tabla 4. Tasa De Crecimiento Poblacional (%)	54
Tabla 5. Proyección De Población Rural	55
Tabla 6. Densidad De Población, Zona Urbana Y Rural, 1999.	56
Tabla 7. Densidad Proyectada 2001	56
Tabla 8. Densidad Rural 1998	56
Tabla 9. Sector Productivo Y Gremios	62
Tabla N° 10 Características Físico-Químicas Y Microbiológicas De La Laguna De Lixiviados De Mondoñedo	75
Tabla N° 11 Muestreo N° 2 Características Físico-Químicas Y Microbiológicas De La Laguna De Lixiviados De Mondoñedo	77
Tabla N° 12 Parámetros Físico-Químicos Fuera De Rango Decreto 1594/84	78
Tabla 13 Caracterización Física	86
Tabla 14. Producción Rso	87
Tabla 15. Producción Rsi	88

Tabla 16: Prestación Del Servicio De Recolección. Área Urbana	91
Tabla 17: Prestación Del Servicio De Recolección. Área Rural	91
Tabla 18. Sistema Vial	93
Tabla19: Número De Operarios En Recolección Y Transporte.	95
Tabla 20: Herramientas De Barrido Y Limpieza	98
	<b>PAG</b>
Tabla 21: Análisis D.O.F.A Técnico Operativo	103
Tabla 22: Análisis D.O.F.A Institucional	112
Tabla 23: Análisis D.O.F.A Socio Económico	114
Tabla 24: Problema, Causa, Consecuencia Y Solución Del Análisis D.O.F.A	118
Tabla 25: Estrategias Dofa Recolección Y Barrido	128
Tabla 26 : Estrategias D.O.F.A Barrido Y Limpieza De Las Calles	131
Tabla 27: Estrategias D.O.F.A Presentación De Los Residuos Sólidos.	133
Tabla 28; Estrategias D.O.F.A. Almacenamiento De Los Residuos Sólidos.	135
Tabla 29: Estrategias D.O.F.A Disposición Final.	137
Tabla 30: Estrategias D.O.F.A Administrativo	140
Tabla 31: Estrategias D.O.F.A Financiero	142
Tabla 32 : Estrategias D.O.F.A. Cultura Y Educación.	144
Tabla 33. Estrategias D.O.F.A. Salud	146
Tabla 34: Estrategias D.O.F.A. Comercial	149
Tabla 35: Estrategias D.O.F.A. Industria	151
Tabla 36: Proyección De Población	153
Tabla 37: Proyección De Población Rural.	154
Tabla 38: Proyección De La Población Total.	155
Tabla 39: Generación De Residuos	157
Tabla: 40 Matriz De Alternativas.	165
Tabla 41: Evaluación De Alternativas.	166
Tabla 42: Unidades De Importancia Por Componente	168
Tabla 43: Jerarquización De Alternativas	169
Tabla 43: Frecuencia De Recolección	182
Tabla 44: Frecuencia De Recolección Rural	182
Tabla 45: Vehículos Para El Transporte De Los Residuos	183

Tabla 46 : Comercialización Del Producto	194
Tabla 47 : Recolección En El Área Urbana	204
Tabla 48 ; Ventajas y desventajas del compostaje	227

## **ANEXOS**

<b>ANEXO I</b>	Matriz de impacto ambiental del botadero “Mondoñedo”
<b>ANEXO II</b>	Caracterización química general del municipio.
<b>ANEXO III</b>	Habitantes por núcleo familiar
<b>ANEXO IV</b>	Balance general del municipio
<b>ANEXO V</b>	Cronograma de actividades de los programas



## FIGURAS

figura 1	Método de cuarteo	81
figura 2	Distribución del cuarteo	82
figura 3	Diagrama de flujo de cuarteo	85
figura 4	Proceso básico para el acondicionamiento del vidrio reciclado	234
figura 5.	Alternativa para manejo de papel recuperado	241
figura 6	Método de tratamiento de los plásticos	251
figura 7	Método de tratamiento de los metales	256

## GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Valores Totales Mensuales de Precipitación (m.m.)	48
---	----

## **ESQUEMAS**

ESQUEMA 1	171
ESQUEMA 2	172
ESQUEMA 3	173
ESQUEMA 4	174

## **PLANOS**

RUTEO DE LA RECOLECCION DE RESIDUOS EN EL MUNICIPIO

UBICACIÓN DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL.

SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS

PILA DE COMPOST.

