

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que los autores han autorizado a usuarios internos y externos de la Institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Bibliotecas Bucaramanga
Universidad Santo Tomás**

**MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE PIEDECUESTA
- SANTANDER, UN ANÁLISIS DESDE LA GESTIÓN DEL RIESGO**

**JAVIER ENRIQUE PEÑA MANOSALVA
GABRIEL FERNANDO NAVARRO TURIZO**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS – ICONTEC
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
MAESTRÍA EN CALIDAD Y GESTIÓN INTEGRAL
BUCARAMANGA
2017**

**MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE PIEDECUESTA
- SANTANDER, UN ANÁLISIS DESDE LA GESTIÓN DEL RIESGO**

**JAVIER ENRIQUE PEÑA MANOSALVA
GABRIEL FERNANDO NAVARRO TURIZO**

**Trabajo de Grado para optar por el título de magister en Calidad y Gestión
Integral**

**Directora
Heidi Patricia Camacho Grass, Ing. Ind., M. Sc.**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS – ICONTEC
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
MAESTRÍA EN CALIDAD Y GESTIÓN INTEGRAL
BUCARAMANGA
2017**

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme guiado en este camino y darme la salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre Flor de María.

Por formarme íntegramente y ser el ejemplo de constancia y dedicación en salir adelante ante cualquier adversidad. Hoy no te tengo conmigo, pero sé que desde el cielo todos los días me amparas y tu recuerdo esta siempre en mí.

A mi tío Kiko.

En memoria de un gran docente que supo dejar huella en sus educandos y en mi como un padre.

A mi esposa Nigdía y mi hija Natalia.

Dos mujeres que son mis amores las razones de dar cada día lo mejor, Nigdía mi cómplice en esta aventura mi apoyo incondicional, Nata mi princesa la luz de mis ojos.

A mis familiares.

Mis hermanos, sobrinos, primos y tíos que me apoyan y me brindan el calor de la gran familia que somos.

¡Gracias a ustedes, gracias totales!

Javier Enrique

GENERAL

Ingenieros Heidi Patricia Camacho Grass y Oscar Hugo Varela Villalba.

Gracias a ustedes por creer en nosotros, en nuestro proyecto y ser el brazo de apoyo en los últimos momentos complejos de este proyecto. Cada una de sus palabras y consejos nos sirvió de empuje vital en el andar de esta última etapa de nuestra carrera.

Javier Enrique y Gabriel Fernando

DEDICATORIA

Al Todopoderoso.

Sin su infinito amor y sabiduría no habría podido lograr esta meta. Sin su fortaleza habría quedado sin poder levantarme. A Él la honra y el honor.

A mi madre Ludys María y a mi abuela Clara Aurora.

Dos mujeres que marcaron mi vida con su ejemplo de tenacidad para sobreponerse y seguir adelante y, aunque ahora no están, sé que estarían orgullosas de este logro.

A Slendy.

Fueron muchas las noches y madrugadas a mi lado durante la elaboración de este documento, siempre ha creído en mí. Gracias, sin tu apoyo habría sido el doble de difícil el haberlo logrado.

A mis familiares.

En especial a mi tío Germán y a mi tío y padrino Fernando que siempre han estado allí cuando los he necesitado y he tenido de su parte una voz de aliento y un amor incondicional.

Gabriel Fernando

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	20
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	20
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	21
1.2.1 Pregunta general:	21
1.2.2 Preguntas específicas:.....	21
2. JUSTIFICACIÓN.....	22
3. OBJETIVOS.....	24
3.1 OBJETIVO GENERAL	24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
4. MARCO REFERENCIAL.....	25
4.1 MARCO DE ANTECEDENTES.....	25
4.1.1 En el Contexto Mundial.....	26
4.1.2 Antecedentes en Colombia.....	28
4.1.3 Antecedentes locales.....	29
4.2 MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	31
4.2.1 Residuos.....	31
4.2.1.1 Residuos sólidos	31
4.2.1.2 Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS.....	32
4.2.2 Riesgo.....	35

4.2.2.1 Gestión del riesgo	36
4.2.2.2 Riesgo ambiental.....	38
4.3 MARCO NORMATIVO LEGAL.....	40
4.4 ANÁLISIS CIENCIOMÉTRICO SOBRE LA VALORACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL.....	41
4.4.1 Descriptores del ejercicio.....	42
4.4.2 Objetivo General.....	43
4.4.3 Metodología	43
4.4.4 Indicadores generales de la productividad científica	44
5. METODOLOGÍA	50
5.1 FUNDAMENTOS EPISTEMOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	50
5.2 DISEÑO METODOLÓGICO	50
5.2.1 Tipo de investigación	50
5.2.2 Método utilizado.....	51
5.2.3 Criterios de validez y confiabilidad.....	51
5.2.4 Definición de hipótesis, variables e indicadores	51
5.2.5 Diseño muestral: universo y muestra.....	51
5.2.6 Instrumentos y técnicas de investigación.....	51
5.2.7 Estudio piloto	51
5.3 PROCEDIMIENTO	52
6. HALLAZGOS Y RESULTADOS.....	63
7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	72
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	80
8.1 CONCLUSIONES.....	80

8.2 RECOMENDACIONES	81
9. INCONVENIENTES	83
BIBLIOGRAFÍA	84
ANEXOS	88

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Marco normativo en Colombia	40
Cuadro 2. Variables cuantitativas para artículos y patentes.....	42
Cuadro 3. Instrumento de valoración para el cumplimiento de las características (análisis de diferencias).	53
Cuadro 4. Componentes del servicio público de aseo.	55
Cuadro 5. Escala de Posibilidad.	56
Cuadro 6. Descriptores de Impacto: daño ambiental (Vulnerabilidad Ambiental) ..	57
Cuadro 7. Matriz para determinar el nivel de riesgo y claves para tratamiento de riesgo.	58
Cuadro 8. Matriz determinar el nivel del riesgo.....	58
Cuadro 9. Ejemplo de la matriz descriptora de los riesgos del programa de recolección del PGIRS del municipio de Piedecuesta.	59
Cuadro 10. Ejemplo del instrumento recolector de información para determinar la probabilidad de ocurrencia de un peligro o evento.	60
Cuadro 11. Correspondencia entre el número de respuestas afirmativas – posibilidad de ocurrencia.	60
Cuadro 12. Ejemplo de la evaluación de la probabilidad de que ocurra un evento.	61
Cuadro 13. Ejemplo del instrumento para la propuesta de mejora en la gestión del riesgo ambiental.....	62
Cuadro 14. Correspondencia entre la variación del riesgo y la efectividad del control.	62
Cuadro 15. Número variables ambientales escogidas para analizar por proceso.	64

Cuadro 16. Ejemplo del instrumento recolector de información para determinar la probabilidad de ocurrencia de un peligro o evento.	66
Cuadro 17. Ejemplo de matriz de valoración del riesgo para los procesos transporte y recolección.	69
Cuadro 18. Consolidado de la valoración de los riesgos altos y extremos para cada uno de los procesos.	70
Cuadro 19. Incidentes reportados en aeronaves, en aproximación o despegue del aeropuerto Palonegro.	77
Cuadro 20. Matriz de valoración del riesgo con cuatro controles para un solo riesgo.	78

LISTA DE GRÁFICOS

	pág.
Gráfico 1. Proceso metodológico de la vigilancia tecnológica.	43
Gráfico 2. Distribución por número de artículos científicos por año, asociados a “valoración del riesgo ambiental”.	44
Gráfico 3. Distribución del número de artículos en las principales revistas científicas internacionales (n>20), asociadas a “valoración del riesgo ambiental”.....	45
Gráfico 4. Distribución de los documentos de acuerdo con el área de conocimiento asociados a valoración del riesgo ambiental.	46
Gráfico 5. Distribución de artículos publicados en el período 2010 – 2016, asociados a “valoración del riesgo ambiental”.	46
Gráfico 6. Principales revistas científicas con artículos publicados en el período 2010 -2016, asociadas a “valoración del riesgo ambiental”.	47
Gráfico 7. Distribución por países de artículos publicados en el período 2010 - 2016, asociados a “valoración del riesgo ambiental”.	48
Gráfico 8. Distribución por países latinoamericanos de artículos publicados en el período 2010 -2016, asociados a “valoración del riesgo ambiental”.	48
Gráfico 9. Resultados de las matrices relacionales (a) año; (b) países – top 10 y; (c) países latinoamericanos vs “valoración del riesgo ambiental”.	49
Gráfico 10. Procesos para la gestión del riesgo.....	52
Gráfico 11. Porcentaje de cumplimiento del diagnóstico ambiental descriptivo	63
Gráfico 12. Impacto de variables ambientales sobre otras dimensiones.	65
Gráfico 13. Porcentaje del total de riesgos evaluados.	67
Gráfico 14. Valoración de los riesgos por proceso.....	67
Gráfico 15. Consolidado de los riesgos residuales en cada proceso.	71

Gráfico 16. Ubicación del Macro proyecto Pienta – municipio de Piedecuesta. ...75

Gráfico 17. Ubicación de la alternativa para el sitio de disposición final en la Vereda Chocóa – municipio de Girón.....76

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Análisis de diferencias entre la resolución 1045 de 2003 del MAVDT y el PGIRS del Área Metropolitana de Bucaramanga (Piedecuesta) - Evaluación del Diagnóstico Ambiental	89
Anexo B. Cuadro de identificación de riesgos	92
Anexo C. Evaluación de la probabilidad de que ocurra el evento	106
Anexo D. Valoración de riesgos	143
Anexo E. Propuesta de mejora en la Gestión del Riesgo Ambiental	155

GLOSARIO

ACTITUD HACIA EL RIESGO: enfoque de la organización para evaluar y eventualmente buscar, retener, tomar o alejarse del *riesgo*.

ANÁLISIS DEL RIESGO: proceso para comprender la naturaleza del *riesgo* y determinar el *nivel de riesgo*.

CONSECUENCIA: resultado de un *evento* que afecta a los objetivos.

CONTROL: medida que modifica al *riesgo*.

EVALUACIÓN DEL RIESGO: proceso de comparación de los resultados de *análisis del riesgo* con los *criterios del riesgo*, para determinar si el *riesgo*, su magnitud o ambos son aceptables o tolerables.

EVENTO: presencia o cambio de un conjunto particular de circunstancias.

FUENTE DE RIESGO: elemento que solo o en combinación tiene el potencial intrínseco de originar un *riesgo*.

GESTIÓN DEL RIESGO: actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización con respecto al *riesgo*

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO: proceso de encontrar, reconocer, y describir el *riesgo*.

MARCO DE REFERENCIA PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO: conjunto de componentes que brindan las bases y las disposiciones de la organización para diseñar, implementar, monitorear, revisar y mejorar continuamente la gestión del riesgo a través de toda la organización.

NIVEL DE RIESGO: magnitud de un *riesgo* o de una combinación de riesgos, expresada en términos de la combinación de las *consecuencias* y su *probabilidad*.

PARTE INVOLUCRADA (*Stakeholder*): persona u organización que puede afectar, verse afectada o percibirse a sí misma como afectada por una decisión o una actividad.

PERFIL DEL RIESGO: descripción de cualquier conjunto de *riesgos*.

PLAN PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO: esquema dentro del *marco de referencia para la gestión del riesgo* que especifica el enfoque, los componentes y los recursos de la gestión que se van a aplicar a la gestión del *riesgo*.

POLÍTICA PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO: declaración de la dirección y las intenciones generales de una organización con respecto a la *gestión del riesgo*.

PROBABILIDAD (*Likelihood*): oportunidad de que algo suceda.

PROPIETARIO DEL RIESGO: persona o entidad con la responsabilidad de rendir cuentas y la autoridad para gestionar un *riesgo*.

REVISIÓN: acción que se emprende para determinar la idoneidad, conveniencia y eficacia de la materia en cuestión para lograr los objetivos establecidos.

RIESGO RESIDUAL: *riesgo* remanente después del *tratamiento del riesgo*.

RIESGO: efecto de la incertidumbre sobre los objetivos.

TRATAMIENTO DEL RIESGO: proceso para modificar el *riesgo*.

VALORACIÓN DEL RIESGO: proceso global de *identificación del riesgo, análisis del riesgo y evaluación del riesgo*.

LISTA DE ABREVIATURAS

A.	alto
Aerocivil.	Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil
AMB.	Área Metropolitana de Bucaramanga
B.	bajo
C.R.A.	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico
CDMB.	Corporación autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga
CONPES.	Consejo Nacional de Política Económica y Social
E.	extremo
E.S.P.	Empresa de Servicios Públicos
GIR	Gestión integral de residuos
GIRS	Gestión integral de residuos sólidos
GTC.	Guía técnica colombiana
ICONTEC.	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación
IPCC	Panel Intergubernamental para el Cambio Climático
ISO.	International Organization for Standardization
L.	litro
M.	moderado
M.A.D.S.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
M.A.V.D.T.	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial
M.V.C.T.	Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
NTC.	Norma técnica colombiana
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PGIRS.	Plan de gestión integral de residuos sólidos
PHVA.	Ciclo Deming o Ciclo Planea - Hacer - Verificar - Actuar
PNUMA.	Programa de la Naciones Unidas para Medio Ambiente
RS.	Residuos sólidos
RSU.	Residuo sólido urbano
s.	segundo
seg.	segundo
SSPD.	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
ton.	tonelada

RESUMEN

El municipio de Piedecuesta – Santander hace parte del Área Metropolitana de Bucaramanga - AMB la cual se encuentra en emergencia sanitaria porque, a través de la resolución 1328 del 10 de noviembre de 2010 emanada por la CDMB, fue ordenado el cierre definitivo de la celda transitoria de disposición final ubicada en la cárcava uno del sitio denominado El Carrasco, lugar a donde Piedecuesta y 14 municipios más, de la región, remiten sus residuos sólidos. Es relevante recordar la responsabilidad de los alcaldes de dar solución al saneamiento básico a la población, razón por la cual la Administración Municipal realizó un convenio con la Universidad Santo Tomás para que sea asesorada en la solución de la problemática del manejo integral de los residuos sólidos.

En este trabajo se busca analizar y evaluar los riesgos ambientales asociados con el “*Plan de Gestión Integral de los Residuos Sólidos del municipio de Piedecuesta – Santander*” con base en los principios estipulados en la norma técnica colombiana sobre gestión del riesgo – NTC-ISO 31000:2009 y la legislación colombiana vigente (decreto No. 1713 de 2002 y la resolución No. 1045 de 2003 emanado por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT).

La metodología propuesta para esta investigación es de tipo descriptivo no-experimental y se enmarcará dentro del método estudio de caso. Las variables serán identificados y seleccionados de los criterios definidos de la legislación nacional vigente, y en la gestión del riesgo ambiental en estudio.

Durante el desarrollo de este trabajo se evaluó el Plan de Gestión Integral de los Residuos Sólidos del municipio de Piedecuesta, con relación a los riesgos ambientales que puedan generar durante su implementación, y los resultados obtenidos serán la línea base para optimizar dicho plan, y evitar situaciones que lleven a nuevas crisis sanitarias.

Palabras clave: Gestión ambiental; Plan de gestión integral de residuos sólidos; Residuos sólidos urbanos; Valoración del riesgo ambiental.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento acelerado de los asentamientos humanos, el desarrollo industrial de las regiones en Colombia y la escasa cultura social asociada al aprovechamiento de los RSU, ha generado como en el caso específico del área metropolitana de Bucaramanga, un aumento en los últimos años de hasta de cuatro veces la disposición de desechos conformados principalmente por desperdicios y sobrantes de la actividad humana. El municipio de Piedecuesta – Santander, dispone como otros 14 municipios de la región sus residuos sólidos en el relleno sanitario “El Carrasco”, sitio que desde hace más de una década ha presentado serios cuestionamientos por su impacto negativo en el ambiente, en las comunidades aledañas y en la seguridad aeroportuaria.

Por otro lado, las nuevas normas ISO 9000 y 14000 incorporaron el componente de la valoración de riesgos, dado en gran parte a que bajo esta óptica se hace más eficiente la planeación de acciones que permiten ser eficaces en los procesos de una organización, impactando positivamente sobre las operaciones que realiza a nivel social, ambiental y financiero.

Además, el PGIRS que es el documento marco que tiene un municipio para la gestión de los residuos sólidos, con el presente trabajo se busca valorar los riesgos ambientales involucrados en los diferentes componentes o procesos descritos en éste documento y asociados al municipio de Piedecuesta – Santander, con base en la norma NTC-ISO 31000:2009 numeral 5.4 y la resolución 1045 de 2003 emanada por el MAVDT. Para ello se utilizó una metodología de tipo descriptiva enmarcada dentro del estudio de caso.

Para lograr los objetivos de esta investigación, se determinó inicialmente las características ambientales estipuladas en los lineamientos normativos y legales en Colombia sobre los PGIRS, generando un diagnóstico ambiental descriptivo. Seguidamente se realizó la identificación de las directrices de evaluación del riesgo según la NTC-ISO 31000:2009 y de la normatividad colombiana vigente, para establecer el marco de referencia para la valoración del PGIRS. Con base en el marco de referencia se realizó un análisis técnico a cada uno de los componentes del servicio público de aseo, identificando las variables que involucran riesgos en dichos procesos. Cada una de las variables fue descrita y valorada para determinar su implicación en algún tipo de riesgo, esta actividad la avaló un equipo de expertos. Los riesgos valorados como alto y extremo fueron los que se trabajaron para proponer mejoras a la gestión ambiental del PGIRS en estudio bajo el enfoque de la gestión del riesgo.

Los resultados y las conclusiones obtenidos en el presente estudio servirán para el mejoramiento y actualización del PGIRS del municipio de Piedecuesta – Santander. La metodología empleada en el análisis del riesgo permitirá a los que elaboran este tipo de planes, ampliar el espectro valorativo de las acciones que se desarrollan en cada uno de los procesos e implementar acciones y controles para que la disposición de los RSU impacte lo menos posible de forma no favorable al ambiente, las finanzas y a la sociedad.

MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE PIEDECUESTA - SANTANDER, UN ANÁLISIS DESDE LA GESTIÓN DEL RIESGO

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El problema que se plantea atender en esta investigación, está relacionado con el análisis de los riesgos ambientales asociados al Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS del municipio de Piedecuesta, y el cumplimiento de la normatividad y legislación aplicable y vigente en el país y en dicho municipio. Debido a que en la actualidad no se involucra el análisis de los riesgos ambientales en los PGIRS municipales.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los PGIRS son un instrumento de planeación dirigido a una gestión adecuada en el manejo de los RSU, los cuales involucran proyectos viables económicamente que beneficien a la sociedad y que permitan el desarrollo social, ambiental y económico. En el año 2003 se implementó por primera vez en el país la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los PGIRS con la expedición de la resolución 1045 del MAVDT, actualizada mediante la resolución 754 del 2014 del MAVDT.¹

El manejo de los RS debe ser correctamente gestionado en todos sus componentes, que de acuerdo a los PGIRS involucra la separación en la fuente, la recolección, el transporte, el barrido y limpieza, el tratamiento, el aprovechamiento y la disposición final. Pero el inadecuado manejo de los RS en cualquiera de los componentes mencionados anteriormente, puede causar efectos que impactan negativamente en alto grado al ambiente y por ende a la sociedad y el aspecto financiero². En ciudades de países en desarrollo ocasiona tres tipos de impacto, a saber: sobre el ambiente, en lo social y sobre la salud pública de las personas que habitan alrededor de estos lugares³.

Es por esto que, la gestión del riesgo ambiental involucrada en este proyecto puede contribuir a dar una visión holística, crítica que permite detectar falencias en el manejo de los RS en cada uno de los componentes que lo conforman, permitiendo desde la valoración del riesgo ambiental, postular acciones para cada uno de los

¹ COLOMBIA. Ministerio de vivienda, Ciudad y Territorio, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resolución 0754 (25, noviembre, 2014). Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS.

² COLOMBIA. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Política para la gestión integral de residuos. 37 pág. Bogotá, 1997.

³ OGUNRINOLA, I. Oluranti y ADEPEGBA, E. Omosalewa. Op cit., p. 239.

riesgos ambientales considerados como altos y extremos; dando una herramienta apropiada y específica en principio al municipio de Piedecuesta y en segundo lugar a los demás municipios del país, que puedan utilizar de manera eficiente en la construcción o actualización de sus PGIRS; a corto plazo podrá generar un impacto positivo en la gestión de los RS desde la fuente hasta el sitio de disposición, además de minimizar los impactos negativos de índole social, ambiental y de salud que se puedan ocasionar principalmente en las comunidades vecinas al sitio de disposición final.

Por otro lado, teniendo en cuenta que en la actualidad la NTC ISO 31000:2009 es la norma referente para llevar a cabo la gestión del riesgo y la GTC 104:2006 es la usada para realizar específicamente la gestión del riesgo ambiental, ambas, aplicables a cualquier tipo de organización, fueron las utilizadas para desarrollar la herramienta expresada en el párrafo anterior.

Debido a que en la actualidad no se involucra el análisis de los riesgos ambientales en los PGIRS, los autores de este documento se plantean las siguientes preguntas que guían el estudio, y que posteriormente definirán los objetivos a cumplir durante el desarrollo del mismo.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

Por lo anterior, es oportuno preguntarse:

1.2.1 Pregunta general:

PG: ¿Cómo prevenir posibles afectaciones económicas, ambientales, socioculturales y sanitarias, generadas por los riesgos ambientales asociados al desarrollo del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos en el municipio de Piedecuesta – Santander?

1.2.2 Preguntas específicas:

PE1: ¿Cuál es el estado del cumplimiento legal de las variables ambientales y/o componentes del PGIRS del municipio de Piedecuesta – Santander?

PE2: ¿De qué manera se gestiona el riesgo ambiental en el PGIRS de Municipio de Piedecuesta - Santander?

PE3: ¿Qué acciones se pueden proponer para mejorar el plan de gestión integral de los residuos sólidos en el municipio de Piedecuesta – Santander bajo el enfoque de gestión del riesgo ambiental?

2. JUSTIFICACIÓN

En Colombia, según el DANE (2008)⁴ existen 1101 cabeceras municipales que por ley deben tener implementado a la fecha sus correspondientes PGIRS. El municipio de Piedecuesta – Santander elaboró su PGIRS en el año 2007 basado en la resolución 1045 de 2003 del MAVDT y hasta la fecha no se ha actualizado oficialmente. En el año 2013 se realizó una actualización del PGIRS que no se legalizó, lo que significa que el municipio cuenta con un documento de 10 años de antigüedad, lo que significa que no está en sincronía con lo exigido por la resolución 754 del 2014 del MAVDT que es la que actualmente se encuentra vigente para la elaboración de los PGIRS.

Por otro lado, el Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014 “Prosperidad para todos” de Juan Manuel Santos expresa: “Para garantizar la sostenibilidad del desarrollo económico y social del país resulta prioritaria la integración más efectiva del riesgo en las políticas, planes y proyectos y la ejecución de acciones orientadas a su conocimiento e intervención”⁵, además la familia de las normas ISO 9000:2015 y 14000:2015 han incorporado el riesgo como un requerimiento fundamental para que las organizaciones garanticen que sus productos y/o servicios ofrecidos por ellas cumplan con su objetivo y con la normatividad legal vigente.

Además, el manejo de los RS en el municipio de Piedecuesta – Santander ha tenido desde hace más de una década serios impactos del orden ambiental que involucran a todos los procesos que hacen parte del manejo de los RS, principalmente en el de disposición final. Entre los que se destacan por su impacto ambiental, están los relacionados con la contaminación de fuentes hídricas superficiales y subterráneas, olores ofensivos, proliferación de vectores y enfermedades, proliferación aviar en el cono de aproximación del aeropuerto Palonegro, incendios, desestabilización de los taludes y emergencias sanitarias. Debido a lo anterior, se han presentado quejas, tutelas, demandas, acciones populares, etc., que han fallado en contra de los municipios, la EMAB y la CDMB, entre las que se destacan la resolución 016 de la Defensoría del Pueblo del 17 de junio de 2003 y la resolución 0368 del MADS del 11 de marzo de 2014.

Es así como surge la necesidad de realizar esta investigación con el fin de brindar al municipio de Piedecuesta – Santander una herramienta que le permita actualizar su PGIRS desde una visión de la gestión del riesgo ambiental en todos los procesos que realiza en el manejo de los RS, teniendo en cuenta que de acuerdo al estudio

⁴ COLOMBIA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. Geoportal – Codificación de la División Político-Administrativa de Colombia (Divipola). [citado 2017-01-29]. Disponible en internet: < <http://geoportal.dane.gov.co:8084/Divipola/>>.

⁵ COLOMBIA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Plan Nacional de Desarrollo. Bogotá D. C.: El Departamento, 2010. p. 433, 447

de cienciometría realizado por los autores, a marzo de 2016 solo existía en la base de datos *Scopus* (*Elsevier*, B.V. 2016), un solo documento registrado de valoración del riesgo ambiental de origen colombiano.

Por otra parte, a través de este trabajo de maestría, se dispondrá de una metodología e instrumentos para la recolección, manejo y valoración de la información, que permitirán a sus autores y posiblemente a empresas e instituciones gubernamentales, privadas o de carácter mixto, relacionadas directas o indirectamente con la gestión de los residuos sólidos, optimizar los procesos al utilizar la gestión del riesgo ambiental y contribuir en la disminución del impacto ambiental negativo al implementar mejores prácticas en cada uno de sus procesos.

Finalmente, basado en la valoración de los riesgos ambientales se propondrán acciones de mejora específicas por proceso, que conduzcan al mejoramiento con base en la gestión del riesgo ambiental. La metodología propuesta para el desarrollo de esta investigación, es descriptiva no-experimental del tipo caso, los instrumentos y técnicas de investigación propuestas para llevarla a cabo, involucran encuestas, entrevistas con profesionales especializados, investigación documental y trabajo de campo no participante. Estas técnicas, permitirán realizar un diagnóstico del cumplimiento normativo inicial y paso seguido el equipo investigador analizará y definirá los riesgos ambientales para su posterior valoración y como se expresó en un principio, proponer acciones de mejoras al respecto.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Valorar los riesgos ambientales del PGIRS en el municipio de Piedecuesta – Santander con base en las directrices de la norma técnica colombiana NTC-ISO 31000 y la normatividad colombiana vigente, con el fin de prevenir posibles afectaciones al ambiente, la sociedad y a la salud de la comunidad.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar las características ambientales estipuladas en los lineamientos normativos y legales en Colombia (PGIRS), susceptibles de ser medidos con el propósito de establecer un diagnóstico ambiental descriptivo.
2. Identificar las directrices de evaluación del riesgo ambiental estipulados en la NTC-ISO 31000:2009 y de la normatividad colombiana vigente con el propósito de establecer el marco de referencia para la evaluación del PGIRS.
3. Evaluar los riesgos ambientales del PGIRS del municipio de Piedecuesta – Santander bajo los lineamientos de la NTC-ISO 31000:2009 y la normatividad colombiana vigente.
4. Presentar mejoras en la gestión ambiental del PGIRS del municipio de Piedecuesta – Santander, bajo el enfoque de la gestión del riesgo.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO DE ANTECEDENTES

En el contexto mundial se han realizados estudios como los de Ogunrinola y Adepegba⁶ y el de Pichardo⁷, donde se resalta que la disposición de residuos sólidos se ha convertido en un tema álgido por las implicaciones en el deterioro de las condiciones ambientales y sociales del entorno donde se ejecuta esta actividad. Con el paso del tiempo se han desarrollado diferentes técnicas de disposición con el propósito de minimizar el impacto negativo generado sobre el ambiente y las comunidades por parte de los residuos sólidos urbanos, algunas de tales técnicas son enumeradas por el Ministerio de Salud de Costa Rica⁸.

Tal como lo plantea Tchobanoglous, Theisen y Vigil⁹, a nivel global los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) se han convertido en uno de los problemas ambientales de mayor relevancia que afectan los centros urbanos. En la medida que estos incrementan su población, la presión sobre el manejo adecuado de los residuos también aumenta. Por lo anterior, los más afectados por este fenómeno son las ciudades de los países en desarrollo por carecer de la tecnología para su tratamiento, por su alto costo, y por la falta de implementación de planes integrales de manejo de sus residuos.

Además, Latinoamérica no escapa a la tendencia mundial de migración del campo a la ciudad. Según datos del Banco Mundial¹⁰ se tienen urbes como las Zonas Metropolitanas del Valle de México y Sao Paulo en Brasil que superan los 20 millones de habitantes y ciudades como Buenos Aires, Río de Janeiro, Bogotá, entre otras, que tienen más de 5 millones de personas.

Ante situaciones como lo anterior, las organizaciones encargadas de la normalización, como es el caso de la *International Organization for Standardization*

⁶ OGUNRINOLA, Oluranti y ADEPEGBA, Omosalewa. Health and Economic Implications of Waste Dumpsites in Cities: The Case of Lagos, Nigeria. En: International Journal of Economics and Finance. April, 2012, vol. 4, No. 4. p. 239.

⁷ PICHARDO P., Ignacio. Responsabilidades municipales en materia ambiental. En: Convergencia. Enero-abril, 2009, vol. 16, No. 49, p. 291-308.

⁸ COSTA RICA. MINISTERIO DE SALUD. Política Nacional para la Gestión Integral de residuos 2010-2021. 1ª. Ed. San José, Costa Rica: El Ministerio, 2010. 52 p.

⁹ TCHOBANOGLIOUS, George; THEISEN, Hilary y VIGIL, Samuel. Gestión Integral de Residuos Sólidos. Madrid: McGraw Hill, 1994.

¹⁰ BANCO MUNDIAL. Datos [en línea]. Washington, D. C.: El Banco, 2012. [citado 2012-11-27]. Disponible en internet:< <http://datos.bancomundial.org/>>.

(ISO)¹¹ que agrupa otros entes de orden nacional, generaron lo que hoy se conoce como la norma ISO 31000:2009 que se relaciona con la Gestión del Riesgo que tiene como fin dar herramientas prácticas para identificar, evaluar y tratar los riesgos como el riesgo ambiental y mejorar el desempeño de empresas y organizaciones.

4.1.1 En el Contexto Mundial. En este ámbito se han llevado a cabo múltiples investigaciones relacionadas con la problemática ambiental asociada a la gestión integral de los residuos sólidos y su articulación con la gestión ambiental en la solución de esta problemática, como ejemplos:

- Yin y Schmeidler¹², presentan un análisis de la primera encuesta efectuada a las organizaciones estadounidenses certificadas con ISO 14001, que examina cómo las organizaciones que aplican esta norma ISO se asocia con una optimización en el desempeño ambiental y sus operaciones diarias.
- En 2008, Murad & Siwar¹³, determina y analiza los factores que influyen en el medio ambiente debido al comportamiento de los hogares pobres de las ciudades en materia de gestión de residuos sólidos en Kuala Lumpur, Malasia. Estos factores se resumen en la importancia de las comunidades urbanas de bajos ingresos, como fuente principal de reciclaje de los residuos sólidos, y la formulación de políticas para suscitar un enfoque integrado y de respeto con el medio ambiente.
- En Filipinas, en 2008 Naz y Naz¹⁴ llevaron a cabo un estudio que se centra en cómo un gobierno local puede organizar y financiar la gestión de los residuos sólidos para cumplir con los nuevos y estrictos objetivos nacionales. La conclusión principal fue la escogencia de la mejor opción la cual tenga el menor mantenimiento y costos de operación y los niveles más altos de recuperación de costos.

¹¹ INTERNATIONAL ORGANIZATION OF STANDARIZATION. ISO 31000 – Risk Management [en línea]. <http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=43170> [Citado 2013-05-17]

¹² YIN, Haitao y SCHMEIDLER, Peter J. Does ISO 14001 Certification Enhance Environmental Performance? - Conditions under which Environmental Performance Improvement Occurs [en línea]. Philadelphia, PA: Risk Management and Decision Processes Center. The Wharton School, University of Pennsylvania. [citado el 2012-10-13]. Disponible en internet: <http://opim.wharton.upenn.edu/risk/library/WP2007-07_ISO-Cert.pdf>

¹³ MURAD, Wahid y SIWAR, Chamhuri. Factors Influencing Environmental Behavior Of The Urban Poor Concerning Solid Waste Management. En: J. Environmental Systems. 2005, vol. 31, No. 3, p. 257-277.

¹⁴ NAZ, Antonia C. y NAZ Mario T. Ecological Solid Waste Management in Suburban Municipalities. User Fees in Tuba, Philippines. En: ASEAN Economic Bulletin. 2008, vol. 25, No. 1, p 70-84.

- En Kenia, en 2010 Magutu *et al*¹⁵, documenta la estrategia utilizada en las operaciones de gestión de residuos sólidos, junto con los desafíos que enfrenta la implementación. La estrategia principal fue una estrategia de operaciones en sus tres niveles enfocada a la gestión de residuos sólidos fue la definida en este estudio.
- En Nigeria, en 2012 Ogunrinola y Adepegba¹⁶ exponen cómo el crecimiento de la ciudad de Lagos incide en el estado de salud y la economía de las comunidades vecinas a los sitios de disposición final de residuos sólidos. Ellos parten del hecho que las ciudades de países del tercer mundo están creciendo a un ritmo muy rápido en comparación con las naciones desarrolladas, lo cual tiene implicaciones en la gestión de los residuos sólidos entre otros servicios sociales necesarios en las comunidades urbanas.
- En Cuba, en 2005 Espinosa *et al*¹⁷, caracterizaron los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) de la ciudad de La Habana, con el fin de seleccionar un método adecuado para el manejo de estos, ya que en la ciudad no se contaba con un sistema adecuado de manejo de estos residuos y era uno de los mayores problemas ambientales que presentaban. Esta caracterización físico-química de los residuos sólidos destaca que la humedad aumenta con la profundidad del sitio de disposición, el pH difiere significativamente con la profundidad al igual que la conductividad, el contenido de metales pesados (Pb, Hg y Cr) es superior a los estándares establecidos en el estudio y los contenidos de Cd y As fueron menores a los parámetros establecidos en el estudio.
- En México, Guzmán y Macías¹⁸ pone en evidencia los conflictos y los vacíos de los enfoques planteados desde la ingeniería ambiental para lograr cambios en la política municipal de San Luis Potosí sobre la gestión de residuos sólidos y en las decisiones gerenciales de la empresa encargada del “tiradero Peñasco”. Además, reflexionan sobre las estrategias empleadas por los “pepenadores” (recicladores en Colombia) para defender su fuente de trabajo, definir el control territorial y en la solución de la disposición final de residuos en tanto problemática social.

¹⁵ MAGUTU, Peterson O. *et al*. Formulation and Implementation of Operation Strategies Used in Solid Waste Management: Case Study of City Council of Nairobi. En: Journal of African Research in Business & Technology. 2010, vol. 2010, 21 p.

¹⁶ OGUNRINOLA, Oluranti y ADEPEGBA, Omosalewa. Op. cit. p. 245.

¹⁷ ESPINOSA LI. María del Carmen, et al. Caracterización de los residuos sólidos urbanos en Ciudad de La Habana, un aporte a la solución de un problema medioambiental. En: Revista CENIC Ciencias Biológicas. 2005, vol. 36, No. Especial.

¹⁸ GUZMÁN Ch. Mauricio y MACÍAS M. Carmen H. El manejo de los residuos sólidos municipales: un enfoque antropológico. El caso de San Luis Potosí, México. En: Estudios sociales, Revista de Investigaciones Científicas. Enero, 2012, vol. 20, No. 39, pág. 235 – 261.

- También en México, Pichardo expresa lo siguiente: “Los municipios tiene una responsabilidad directa, inmediata e ineludible hacia el medio ambiente que hasta hace pocos años no reconocían como primordial sino como una función secundaria. Hoy es más que una obligación jurídica, es un compromiso social a nivel de gobierno más cercano a la sociedad”¹⁹.

4.1.2 Antecedentes en Colombia. La investigación en este contexto relacionada con la gestión integral de residuos sólidos es reducida, debido a que es finalizando la década de los 90 del siglo pasado cuando el Gobierno Nacional habiendo identificado que la generación creciente de residuos sólidos (RS) y la pérdida del potencial de utilización de estos, son aspectos primordiales coligados con la problemática ambiental del país (Minambiente, 1998), promulga “normas como el Decreto 1713 de 2002 y la Resolución 1045 de 2003, a través de las cuales comprometió a los municipios con la formulación e implementación de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS)”²⁰.

Las investigaciones que se hallan afines a la gestión integral de residuos sólidos en Colombia son entre otras: La realizada por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD)²¹ en el 2011, donde expone el consolidado a nivel nacional respecto a la situación en la que se encuentra el país con relación a los sistemas de disposición final utilizados.

- Por su parte en 2008 Jaramillo y Zapata²² resaltan la importancia del aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos urbanos en Colombia debido al acelerado crecimiento urbanístico y la necesidad de reutilizar materias primas desechadas.
- De otro lado, Marmolejo *et al*²³ (2010), señalan como elemento fundamental la información relativa a la cuantificación y composición de los RS de origen residencial para la intervención y cumplimiento a las estrategias planteadas en el PGIRS de la ciudad de Cali.

¹⁹ PICHARDO P., Ignacio. Op. Cit. vol. 16, No. 49, p. 291-308.

²⁰ MARMOLEJO, Luis F. *et al*. Cuantificación y caracterización local: una herramienta básica para la gestión integral de los residuos sólidos residenciales. En: Ingeniería e Investigación. Agosto, 2010, vol. 30, No. 2. p. 96-104.

²¹ COLOMBIA. SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS. Situación de la disposición final de residuos sólidos en Colombia – Diagnóstico 2011. Bogotá: La SSPD, 2011.

²² JARAMILLO H., Gladys y ZAPATA M., Liliana M. Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. Monografía Especialista en Gestión Ambiental. Medellín: Universidad de Antioquia. Facultad de Ingeniería. Posgrados en Ambiental. 2008. 116 p.

²³ MARMOLEJO. Op. Cit., p. 97.

Sin lugar a dudas, en Colombia se reconoce un crecimiento exponencial de los residuos provenientes de productos de consumo masivos y para mitigar su impacto se promueve el uso del enfoque de la gestión del riesgo desde el Plan Nacional del Desarrollo 2010 – 2014, el cual es expuesto en el capítulo VI donde expresa “Para garantizar la sostenibilidad del desarrollo económico y social del país resulta prioritaria la integración más efectiva del riesgo en las políticas, planes y proyectos y la ejecución de acciones orientadas a su conocimiento e intervención”²⁴. Lo anterior se ve reflejado en la exigencia de las licencias ambientales, que se solicitan para la construcción de rellenos sanitarios con respecto a este tema (planes de contingencia, etc.).

4.1.3 Antecedentes locales. El AMB con aproximadamente un millón de habitantes no es ajena a lo sucedido en el país, ubicada geográficamente en un país en desarrollo como es Colombia, caracterizada por un rápido crecimiento poblacional urbano promovido por el modelo económico, la poca cultura social reflejada en el escaso aprovechamiento de los RSU donde se generan alrededor de 900 ton/día²⁵ y según lo expresado por Herrera, citado por Ardila²⁶ en Vanguardia Liberal, sólo se alcanza a reciclar el 1% de los mismos.

Dichos residuos van a terminar en el relleno sanitario El Carrasco, y según lo expresado por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD²⁷ éste ya cumplió con su vida útil en febrero de 2007, y la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB)²⁸ ordenó el cierre definitivo de la celda transitoria autorizada en la Cárcava I el 10 de noviembre de 2010. A este sitio es a donde llevan los RSU el municipio de Piedecuesta.

²⁴ COLOMBIA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Plan Nacional de Desarrollo. Bogotá D. C.: El Departamento, 2010. p. 433, 447.

²⁵ ARDILA R., Euclides. Hoy definen tecnología para el manejo de residuos sólidos. En: Vanguardia Liberal. Bucaramanga 16, noviembre, 2012. [citado el 2012-11-18]. Disponible desde internet: <<http://m.vanguardia.com/santander/bucaramanga/183425-hoy-definen-tecnologia-para-el-manejo-de-residuos-solidos>>.

²⁶ ARDILA R., Euclides. 91% de la basura que llega a El Carrasco generaría ganancias. En: Vanguardia Liberal. Bucaramanga 25, marzo, 2012. [citado el 18 de noviembre de 2012]. Disponible desde internet: <<http://www.vanguardia.com/santander/bucaramanga/149486-91-de-la-basura-que-llega-a-el-carrasco-generaria-ganancias>>

²⁷ COLOMBIA. SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS. Situación de la disposición final de residuos sólidos en Colombia [en línea]. Bogotá, 2009, p. 7. [citado 2012-09-20]. Disponible en internet: <http://www.superservicios.gov.co/c/document_library/get_file?p_l_id=25030&folderId=25192&name=DLFE-8354.pdf>.

²⁸ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA. Resolución 0001328 (10 de noviembre de 2010). Por medio de la cual se ordena el cierre definitivo de la celda transitoria de disposición final ubicada en la cárcava uno del sitio denomina El Carrasco. Bucaramanga: La Corporación. Bucaramanga: La Corporación, 2010. 09 p.

Lo anterior obligó a buscar alternativas para trasladar el sitio de disposición final de los RSU del AMB. En la actualidad se tienen dos posibles lugares con licencia ambiental vigente otorgada por la CDMB^{29, 30}, uno en el municipio de Girón (vereda Chocóa), y como se indicó con anterioridad otro en el municipio de Piedecuesta en la vereda Monterredondo. Ardila³¹, Chío³² y Bustos³³ han informado sobre la férrea oposición por parte de los habitantes, de tales veredas, para que no se traslade allí el relleno sanitario.

Es de resaltar que el municipio de Piedecuesta es el polo de expansión urbanística del AMB y de I+D+i, el cual debe asegurar el suministro de agua potable y saneamiento básico, y garantizar un ambiente saludable para el buen desarrollo de las actividades relacionadas con el uso del suelo. Este municipio puede considerarse como netamente residencial, pues en su cabecera municipal, según el Boletín Censo General 2005³⁴ cuenta con 20.937 viviendas en las que conviven 23.530 familias correspondientes a 92.351 habitantes, y con proyección para el 2010 de 106.960.

Como se expresó anteriormente, el crecimiento poblacional sigue en aumento y esto conlleva al incremento en la producción de residuos sólidos y líquidos generados principalmente por la población de la cabecera municipal y sus alrededores. Esto implica la necesidad de buscar su aprovechamiento y dar solución a la disposición final de dichos residuos. Según lo expresado por el MAVDT³⁵ en el decreto 1713 de agosto de 2002, es responsabilidad de cada municipio implementar un Plan de

²⁹ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA. Resolución 0017 del 12 de enero de 2011.

³⁰ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA. Resolución 000024 del 13 de enero de 2010.

³¹ ARDILA R., Euclides. Gironeses cuestionan visita técnica hoy al lote de Chocóa. En: Vanguardia Liberal. Bucaramanga 04, marzo, 2012. [citado el 18 de noviembre de 2012]. Disponible desde internet: < <http://m.vanguardia.com/santander/bucaramanga/146372-gironeses-cuestionan-visita-tecnica-hoy-al-lote-de-chocoa>>.

³² CHÍO, Juan Carlos. “No dejaremos de protestar”: opositores al relleno en Chocóa. En: Vanguardia Liberal. Bucaramanga 09, julio, 2011. [citado el 18 de noviembre de 2012]. Disponible en internet: <<http://www.vanguardia.com/historico/111983-no-dejaremos-de-protestar-opositores-al-relleno-en-chocoa>>.

³³ BUSTOS A., EDGAR OMAR. Advierten protestas pacíficas por licencia al relleno sanitario. En: Vanguardia Liberal. Bucaramanga 24, enero, 2010. [citado el 18 de noviembre de 2012]. Disponible desde internet: <<http://www.vanguardia.com/historico/51609-advierten-protestas-pacificas-por-licencia-al-relleno-sanitario>>.

³⁴ COLOMBIA. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. BOLETÍN Censo General 2005. Perfil Piedecuesta – Santander. 14/09/2010. p. 1.

³⁵ COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 1713 (02, agosto, 2002). Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Bogotá D. C.: El Ministerio, 2002. 26 p.

Gestión Integral para los Residuos Sólidos. Es de resaltar que la CDMB³⁶ aprobó en el año 2010 un área para la disposición final de residuos sólidos, el cual se ubica en la jurisdicción de éste municipio (vereda Monterredondo) para que remplace al actual relleno sanitario El Carrasco.

Con base en los anteriores antecedentes, en este trabajo de grado se identificarán, analizarán y evaluarán los riesgos ambientales inmersos en el PGIRS del municipio de Piedecuesta - Santander con base en la norma técnica colombiana para la Gestión del Riesgo (NTC-ISO 31000:2009) y la legislación colombiana vigente al momento de elaborar dicho PGIRS (decreto No. 1713 de 2002 y la resolución No. 1045 de 2003 emanados por el – MAVDT).

Seguidamente, se presenta la teoría en la que se enmarca esta investigación, junto con la conceptualización de aquellos términos que se adaptan a la situación particular del estudio, con el fin de lograr su comprensión; lo mismo que los aspectos constitucionales, legales y normativos que enmarcan, regulan y orientan sus diferentes momentos.

4.2 MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

Las teorías y conceptos en que se fundamenta este documento es la gestión de los residuos sólidos municipales visto desde la gestión del riesgo ambiental. Por lo anterior, es importante dejar claros los siguientes conceptos:

4.2.1 Residuos. Este término se puede entender desde diferentes contextos, pero para más claridad, desde la Real Academia Española la definición que mejor se acomoda a este caso es: “Material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación”.

4.2.1.1 Residuos sólidos. Según la legislación colombiana vigente, decreto 2981 de 2013, definen residuo sólido como:

Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento principalmente sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador presenta para su recolección por parte de la persona prestadora del servicio público de aseo. Igualmente, se considera como residuo sólido, aquel proveniente del barrido y limpieza de áreas y vías públicas, corte de césped y poda de árboles. Los residuos sólidos que no tienen

³⁶ CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA. Resolución 000024 (13, enero, 2010). Por la cual se adopta una decisión en un trámite de licencia ambiental para la construcción y operación de un Relleno Sanitario. Bucaramanga: La Corporación, 2010. 27 p.

características de peligrosidad se dividen en aprovechables y no aprovechables.

A nivel internacional, diferentes entes presentan sus propias definiciones de residuos sólidos municipales. A continuación, se presentan tres de ellas.

Para la OCDE es:

Residuos municipales que son recolectados y tratados por o para las municipalidades. Esto involucra residuos de las viviendas, incluyendo residuos voluminosos, residuos comerciales y del intercambio comercial, edificios de oficina, instituciones y pequeños negocios, barridos de patios, jardines y calles, pequeñas canecas de basura y de la limpieza de mercados. Se excluyen los residuos del sistema de alcantarillados y del tratamiento de las aguas residuales, así como, los residuos de construcción y de demolición.

Según la OPS es:

Residuos sólidos o semi - sólidos generados en centros poblados incluyendo residuos domésticos y comerciales, así como aquellos originados en industrias en pequeña escala e instituciones (incluyendo hospitales y clínicas); barrido de calles comerciales y de la limpieza pública.

Para la IPCC es:

La IPCC incluye lo siguiente en los RSM: residuos de alimentos; residuos de jardines (patios) y parques; papel y cartón; madera; textiles; pañales (pañales desechables); caucho y cuero; plásticos; metales; vidrio (incluyendo cerámica y loza china); y otros (ejemplo: cenizas, suciedad, polvo, suelo, residuos electrónicos).

Ya teniendo clara las posibles definiciones según el contexto (económico, institucional y ambiental) de los residuos sólidos, el siguiente paso es entender la gestión integral de los mismos; en el próximo ítem, se disertará sobre los PGIRS.

4.2.1.2 Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS. La definición de gestión integral de residuos sólidos según el decreto 2981 de 2013 se debe entender como:

Es el conjunto de actividades encaminadas a reducir la generación de residuos, a realizar el aprovechamiento teniendo en cuenta sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento con fines de valorización energética, posibilidades de aprovechamiento y comercialización. También incluye el tratamiento y disposición final de los residuos no aprovechables.

De igual forma es importante dejar claro lo que es un PGIRS el cual se encuentra definido en el mismo decreto expresado anteriormente de la siguiente manera:

Es el instrumento de planeación municipal o regional que contiene un conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos, actividades y recursos definidos por uno o más entes territoriales para el manejo de los residuos sólidos, basado en la política de gestión integral de los mismos, el cual se ejecutará durante un período determinado, basándose en un diagnóstico inicial, en su proyección hacia el futuro y en un plan financiero viable que permita garantizar el mejoramiento continuo del manejo de residuos y la prestación del servicio de aseo a nivel municipal o regional, evaluado a través de la medición de resultados. Corresponde a la entidad territorial la formulación, implementación, evaluación, seguimiento y control y actualización del PGIRS.

Después de definir según la legislación colombiana lo que debemos entender por residuo sólido y por PGIRS, es bueno también entender ¿por qué centrar la atención en la gestión integral de los residuos sólidos?

Según el UNEP (2009), el crecimiento de las ciudades es caracterizado por un incremento en sus actividades económicas y de desarrollo que son típicamente conducidas por patrones de producción y consumo. Con el paso del tiempo, se han asociado estas actividades con actividades de manufactura y construcción. Mejores estándares de vida y aumento del comercio en las ciudades, han cambiado significativamente los patrones de consumo y por lo tanto la composición de los residuos. La incapacidad de comprender totalmente los problemas de generación y caracterización de los residuos han derivado en la transformación de la Gestión de los Residuos Sólidos en uno de los problemas más graves de la degradación ambiental urbana.

Por otro lado, desde la perspectiva de la generación de residuos sólidos, los residuos generados pueden ser clasificados como:³⁷

- Residuos sólidos municipales *incluyendo* los residuos plásticos
- Residuos de construcción y demolición
- Residuos sólidos peligrosos
- Residuos biomédicos
- Residuos electrónicos

La cantidad de residuos sólidos generados están aumentando considerablemente, al igual que el cambio en sus características. Los residuos caseros contienen

³⁷ Resolución 754 de 2014 del MVCT y MADS.

residuos biodegradables (tales como vegetales y sobras de comida), materiales no biodegradables (tales como plásticos) y materiales peligrosos (como baterías usadas); lo que es una situación complicada de manejar.

Por otra parte, los residuos de construcción y demolición son muchas veces considerados como parte de los RSU y al mezclarlos son usualmente llevados al relleno sanitario, por ende, reduciendo la vida de dicho relleno. Además de esto, los residuos generados por establecimientos de comercio e industrias le añaden una dimensión diferente al escenario de la generación de residuos. Si son mezclados los residuos industriales peligrosos con los RSU, se crean condiciones inseguras.

Además, está la generación y los problemas de los residuos biomédicos y electrónicos que conducen a un escenario complicado de generación y gestión de residuos.

Es así como, una mayor conciencia y el régimen normativo ha conducido a involucrar a varios agentes como el gobierno, las organizaciones privadas y las no-gubernamentales; a emprender pilotos y proyectos asociados a la Gestión de Residuos Sólidos. Sin embargo, en la mayoría de los casos falta un enfoque integrado y estratégico, los proyectos e iniciativas son aislados o estancados o copiados. Enfoques individuales o fragmentarios son insostenibles, en vista a la creciente complejidad de los flujos de residuos. Salvo que el enfoque sea estratégico y transversal, la gestión de residuos siempre seguirá siendo un problema.

Además, también hay una terrible necesidad de integrar el sector informal (incluyendo recolectores, recicladores ilegales o no autorizados) incorporándolos al proceso de gestión de residuos, así ellos manejarán una cantidad importante de los residuos generados, sin requerir garantías ambientales.

Una solución valedera a la gestión de residuos debería ser un enfoque integrado, el cual incluiría una gestión colectiva de todos los tipos de residuos y la implementación de las políticas y estrategias de las 3Rs (reducir, reusar y reciclar).

Sin embargo, no hay una metodología estándar para los PGIRS, la mayoría de estos planes, resaltan solo los problemas de la GRS y son por consiguiente incapaces de tratar el problema de la gestión de los residuos globalmente o de una manera integral. Esto podría también haber derivado de la falta de una metodología estándar para los PGIRS.

Ahora bien, ¿qué es la gestión integral de residuos sólidos? La GIRS propone aceptar un enfoque comprensivo transversal a todos los tipos de flujo de residuos sólidos e implica el uso de un amplio rango de diferentes opciones. Es un sistema desarrollado desde la generación a la disposición y construye alrededor de las otras

medidas de gestión que involucra todos los tipos de residuos sólidos. La selección del sistema de gestión de residuos y las tecnologías sostenibles más apropiadas son también necesarias para entregar un sistema de GIRS óptimo y sostenible. En combinación con consideraciones económicas y sociales, este enfoque ayudaría a los gestores de residuos a diseñar sistemas de GIRS más sostenibles.

El concepto de GIRS tiene que ser adoptado con el fin de que los sistemas de gestión efectivos necesitan de flexibilidad de diseño, adaptación y sistemas, las cuales puedan satisfacer las condiciones sociales, económicas y ambientales actuales. Estos son propensos a cambiar con el tiempo y varían con la ubicación. La necesidad de consistencia en la calidad y la cantidad de los materiales reciclados y recuperados (compost y energía); la necesidad de apoyar una amplia gama de opciones de disposición; y el beneficio de las economías de escala, sugieren que los sistemas de GIRS debería estar organizados a gran escala.

Por último, algunas de las principales características de GIRS pueden ser enumeradas de la siguiente manera:

- Enfoque holístico de todos los flujos de residuos, por ende, maximizando los beneficios energéticos en la recolección, reciclaje, tratamiento y disposición.
- Maximizar las oportunidades para recuperación de recursos en todas las etapas – desde la generación hasta la disposición final.
- Satisfacer las aspiraciones de todos los *stakeholders* – desde los generadores de residuos hasta los gestores de los mismos y los proveedores de servicios.
- Promover la visión del ciclo de vida de productos y materiales; de esta manera, promover una mayor eficiencia en el uso de los recursos.
- Incorporar diferentes funciones de respuesta tales como la técnica, la gerencial, la financiera, la política, etc.
- Mayor responsabilidad/participación de los responsables locales a través de un enfoque consultivo.

4.2.2 Riesgo. Existen múltiples definiciones de ¿qué es un riesgo? Para el Departamento Administrativo de la Función Pública en la Guía para la Administración del Riesgo (2011): “posibilidad de que suceda algún evento que tendrá un impacto sobre los objetivos institucionales o del proceso. Se expresa en términos de probabilidad y consecuencias.”

Mientras que en la NTC-ISO 31000 (2009) lo define como:

Efecto de la incertidumbre sobre los objetivos.

Nota 1. Un efecto es una desviación de aquello que se espera, sea positivo, negativo o ambos.

Nota 3. A menudo el riesgo está caracterizado por la referencia a los **eventos** potenciales y las **consecuencias** o a una combinación de ellos.
Nota 5. Incertidumbre es el estado, incluso parcial, de deficiencia de información relacionada con la comprensión o el conocimiento de un evento, su consecuencia o probabilidad.

Y la Real Academia Española dice al respecto de este término lo siguiente:

Del antiguo *riesco* “risco”, por el peligro que suponen.

1. Contingencia o proximidad de un daño.
2. Cada una de las contingencias que pueden ser objeto de un contrato de seguro

Para el tema que involucra la presente investigación se acoge la definición dada por la NTC-ISO 31000:2009. Se debe entender como lo expresan Poveda y Cañón (2015), “El riesgo no es la incertidumbre, sino una forma de tratar y afrontar la incertidumbre. El riesgo no es previo, sino producto; no una realidad sino un resultado.” También expresan que este término está correlacionado con peligro y oportunidades.

La GTC 104:2006 nos dice del riesgo lo siguiente:

El riesgo se puede originar en un evento, una acción o en la falta de acción. Las consecuencias pueden ir desde lo benéfico hasta lo catastrófico. El riesgo para el ambiente se puede presentar en forma de “perturbación” causada por la actividad (o inactividad) humana que lleva a la degradación o a la pérdida de la sostenibilidad.

Con base en lo anterior, si el riesgo es un resultado, entonces, este puede ser objeto de gestión. En el próximo numeral se tratará este tópico.

4.2.2.1 Gestión del riesgo. Lo define la NTC-ISO 31000:2009 como “las actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización con respecto al riesgo.” Esta norma proporciona principios y directrices generales en materia de gestión de riesgos; puede ser utilizada por cualquier empresa pública, privada o comunitaria, asociación, grupo o individuo, por lo tanto, no es específica para una industria o sector. Se puede aplicar a lo largo de la vida de una organización, y para una amplia gama de actividades, incluidas las estrategias y decisiones, operaciones, procesos, funciones, proyectos, productos, servicios y activos.

El éxito de la gestión del riesgo dependerá de la eficacia del marco de referencia para la gestión, el cual brinda las bases y las disposiciones que se introducirán en todos los niveles de la organización. Los componentes necesarios del marco para gestionar el riesgo se ajustan al modelo del tipo PHVA (planear-hacer-verificar-actuar) y sus componentes son:

- 4.2 Dirección y compromiso
- 4.3 Diseño del marco de referencia para la gestión del riesgo
- 4.4 Implementar la gestión del riesgo
- 4.5 Monitorear y revisar el marco de referencia
- 4.6 Mejora continua del marco de referencia

Es de resaltar que esta norma no está destinada para el propósito de certificación.

Por otro lado, según la resolución 754 del 2004 emanada por el MVCT y el MADS en el inciso 4.4.13, Programa de gestión de riesgo, presenta la siguiente definición:

Es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de las políticas y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación, y construcción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y la calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.

En el mismo inciso, se indica que dicho programa debe contener al menos tres componentes:

- Conocimiento del riesgo (proceso que conlleve a identificar las condiciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, cuantificación posible de daños e impactos sobre la prestación del servicio de aseo y la definición del riesgo mitigable)
- Reducción del riesgo (se definen e implementan medidas de intervención prospectiva –prevención- y/o correctivas -mitigación- para reducir las condiciones de riesgo de la prestación del servicio de aseo y del manejo de residuos sólidos.
- Manejo del desastre

El último ítem, involucra dos partes que son:

- Formulación de los planes de emergencia y contingencia para el servicio de aseo y manejo de otros residuos sólido.
- Identificación de medidas de rehabilitación y recuperación en caso de presentarse situaciones de emergencia.

Para terminar, con respecto a este tópico, la GTC 104:2006 nos dice:

La gestión del riesgo concierne a todo el mundo y nunca es responsabilidad exclusiva de la alta dirección ni de consultor de riesgos de la organización. Exige el compromiso y la energía desde la alta dirección hasta los empleados, quienes pueden ser los primeros en ver un incidente, un peligro potencial o una oportunidad de mejora. La

información de entrada también puede provenir de las partes interesadas.

4.2.2.2 Riesgo ambiental. De acuerdo con la Guía Técnica Colombiana GTC 104 – Gestión del Riesgo Ambiental, principios y proceso dice:

El riesgo ambiental se origina en la relación entre los seres humanos, sus actividades y el ambiente.

La gestión del riesgo ecológico, que trata sobre los riesgos asociados con las actividades humanas pasadas, presentes y futuras sobre la flora, la fauna y los ecosistemas, es un subconjunto de la gestión del riesgo ambiental.

Los riesgos ambientales se pueden agrupar en dos categorías:

- Riesgos para el ambiente
- Riesgo para una organización debido a temas relacionados con el ambiente.

La gestión del riesgo ambiental proporciona un conjunto formal de procesos que ayuda en la toma de decisiones que afectan el ambiente y orienta a los encargados de tomar decisiones en lo relativo a tratar la incertidumbre.

Por otro lado, la génesis del riesgo ambiental y del riesgo industrial se da debido al accidente sucedido en la localidad de Séveso, en Lombardía - Italia, ocurrido el sábado 9 de julio de 1976 en una planta química (ICMESA Chemical Company) del Grupo Roche -multinacional Suiza- en la cual ocurrió la ruptura de un reactor donde se estaba produciendo plaguicidas a partir de una reacción por lote. Dicho reactor estaba protegido por un disco de ruptura de presión de 3,6 bares con salida directa a la atmósfera.³⁸

El resultado del accidente fue la generación de una nube tóxica que contenía TCDD (2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina), compuesto de elevada toxicidad y de efectos cancerígenos. Es de resaltar que, de todos los compuestos de la familia de las dioxinas, el TCDD es el más tóxico. Las consecuencias fueron inicialmente la evacuación de la población del área más gravemente afectada sin la posibilidad de sacar ningún objeto personal, en total fueron 736 habitantes de los cuales 200 no pudieron volver a sus viviendas. Luego las autoridades regionales autorizaron el aborto terapéutico a mujeres residentes en la zona contaminada que tuvieran menos

³⁸ UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA. Grupo Universitario de Investigación Analítica de Riesgos. Accidente de Séveso. [citado 2017-01-21]. Disponible en internet:<<https://www.unizar.es/guiar/1/Accident/Seveso.htm>>.

de 3 meses de embarazo para prevenir posibles efectos teratogénicos. La descontaminación de la zona terminó en diciembre de 1985. En 1984 iniciaron los trabajos de reforestación transformándolo en el “bosque de los robles” que fue abierto al público en 1996.³⁹

Por otra parte, en 1983, 41 barriles de residuos de dioxinas se encontraron en un matadero abandonado en el norte de Francia. Contenían material de desecho muy contaminado resultado del accidente sucedido en Séveso. Dichos residuos tóxicos habían sido transportados a la frontera con seguridad, pero luego habían desaparecido. Cuando finalmente se encuentran, los barriles habían estado perdidos en Francia durante más de ocho meses.⁴⁰

Lo anterior, conllevó a que se generara en 1989 el Convenio de Basilea que trata sobre el “control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación”. Colombia lo ratificó mediante la Ley 253 del 9 de enero de 1996.

³⁹ CENTEMERI, L. Séveso: el desastre y la Directiva. *En: Laboreal*. 2010, vol. VI, No. 2, p 67 – 71. [citado 2017-01-25]. Disponible en internet: <http://laboreal.up.pt/files/articles/2010_12/es/67-71f.pdf>.

⁴⁰ EUROPEAN COMMISSION. Directorate – General for Environment. EU Waste Policy. The history behind the strategy. [citado 2017-01-25]. Disponible en internet: <http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/story_book.pdf>.

4.3 MARCO NORMATIVO LEGAL

Colombia es un país que cuenta con una serie de normas relacionadas con el medio ambiente, las cuales reglamentan aspectos asociados a la conservación y utilización de los recursos naturales. La legislación colombiana es en parte el resultado de la necesidad de normalizar y mitigar problemas ambientales y, de la réplica de legislaciones de otros países; lo anterior ha llevado a que su aplicación sea compleja y no tan eficaz.

Según la Organización Panamericana de la Salud⁴¹, la legislación colombiana adaptable a los servicios públicos incluido el servicio de aseo, consta de principios y ordenanzas de carácter constitucional que encabezan y direccionan las leyes que se citan seguidamente y otras relacionadas con el tema ambiental y sanitario que robustecen y limitan la prestación del servicio. En este orden se tiene el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Marco normativo en Colombia

TIPO	ASPECTO	DESCRIPCIÓN
Leyes	Servicio público de aseo	Ley 142 de 1994, modificada por la Ley 632 de 2000 Ley 689 de 2001 Ley 1537 de 2012, reglamentada parcialmente por el Decreto Nacional 2088 de 2012.
	Ambiente	Decreto Ley 2811 de 1.974 Ley 9 de 1979 Ley 99 de 1993
	Comparendo ambiental	Ley 1259 de 2008, adicionado por la Ley 1466 de 2011. Reglamentada por el decreto nacional 3695 de 2009.
	Sistema General de Participaciones	Ley 1176 de 2007
	Ordenamiento Territorial	Ley 388 de 1997 Ley 1454 de 2011
	Funcionamiento y organización de los municipios	Ley 136 de 1994 Ley 1551 de 2012 (ver Anexo I)
	Gestión del riesgo	Ley 1523 de 2012
Decretos	Prestación del servicio público de aseo	Decreto 2981 de 2013, compilado en el Decreto 1077 del 26 de mayo de 2015, "por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio"
	Transporte terrestre de mercancías peligrosas y Residuos peligrosos	Decreto 1609 de 2002 y Decreto 4741 de 2005, compilado en el Decreto 1077 del 26 de mayo de 2015, "por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible"
	Residuos hospitalarios	Decreto 351 de 2014, compilado en el Decreto 1077 del 26 de mayo de 2015, "por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible"
	Vertimientos	Decreto 3930 de 2010, compilado en el Decreto 1077 del 26 de mayo de 2015, "por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible"

⁴¹ ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Evaluación Regional de los Servicios de Manejo de Residuos Sólidos Municipales. Informe analítico de Colombia – Evaluación 2002 [en línea]. p. 18-21. [citado en 2012-11-28]. http://new.paho.org/col/index.php?option=com_content&view=article&id=253:evaluacion-regional-de-los-servicios-de-manejo-de-residuos-solidos-municipales&catid=681&Itemid=361

Cuadro 1. (Continuación)

TIPO	ASPECTO	DESCRIPCIÓN
Resoluciones	Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico	Resolución 1096 de 2000 Midesarrollo, modificada por las Resoluciones 424 de 2001, 668 de 2003 del MAVDT, 1447 de 2005, 1459 de 2005 y 2320 de 2009 del MAVDT
	Cierre de botaderos a cielo abierto	Resolución 1890 de 2011 del MAVDT y Resolución 1390 de 2005 del MAVDT
	Manual de procedimientos para la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares	Resolución 1164 de 2002 del Minambiente y Minsalud.
	Manejo de escombros	Resolución 541 de 1994 del Minambiente
	Reglamento técnico de fertilizantes y acondicionadores de suelo para Colombia	Resolución 150 de 2003 del ICA
	Metodología tarifaria del servicio público de aseo	Resoluciones CRA 351 y 352 de 2005, Resolución CRA 720 de 2015
	Metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS	Resolución 0754 de 2014 del MVCT y MADS
Política Sectorial	Lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de residuos sólidos	CONPES 3530 de 2008
	Gestión integral de residuos sólidos	Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos 1997
	Producción y consumo sostenible	Política de Producción y Consumo Sostenible 2010
Documentos de consulta	Aspectos técnicos de los sistemas de gestión de residuos	Título F del Reglamento Técnico del sector de agua potable y saneamiento básico. Versión 2012
	Guía para la Regionalización	Departamento Nacional de Planeación, 2011
	Solid Waste: Guidelines for Successful Planning	ISWA
	Developing Integrated Solid Waste Management Plan Training Manual	PNUMA, 2009

Fuente: Tomado de la Guía para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS)

4.4 ANÁLISIS CIENCIOMÉTRICO SOBRE LA VALORACIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL

Para determinar la productividad científica y de invención de un tópico en especial se utilizan las herramientas de bibliometría y cienciometría. La primera de ellas estudia la “organización de los sectores científicos y tecnológicos empleando fuentes bibliográficas y patentes para identificar los autores, sus relaciones y

tendencias”.⁴² Ahora bien, la segunda, evalúa la producción científica a través de indicadores numéricos de los artículos y patentes. En el siguiente cuadro se listan los variables cuantitativas que se usan para determinar la tendencia en la productividad científica y de invención en una determinada rama del conocimiento.

Cuadro 2. Variables cuantitativas para artículos y patentes.

VIGILANCIA TECNOLÓGICA: VARIABLES CUANTITATIVAS		
<i>Tipo de revisión</i>	Actividad científica	Actividad inventiva
<i>Tipo de documento</i>	Artículos científicos	Patentes
<i>Bases de datos</i>	Bases de datos tipo referenciales y de texto	Bases de datos de Patentes
<i>Estructurar la ecuación de búsqueda</i>	Palabras clave, buscar en los <i>keywords</i> , título y <i>abstract</i> del artículo, período de consulta	Palabras clave, buscar en el título, <i>abstract</i> , <i>claims</i> del documento de patente
<i>Número de documentos</i>	Número de artículos	Número de patentes
<i>Dinámica de publicaciones</i>	Número de artículos por años	Número de patentes por años
<i>Autores</i>	Investigadores más importantes en el tema	Inventores más importantes
<i>Afiliación por país</i>	Países donde se encuentran trabajando los investigadores	Países donde se registra la invención
<i>Afiliaciones por institución</i>	Organizaciones de tipo académico, privadas, gubernamentales, públicas	Empresas usuarias de las patentes (usuarios finales de las invenciones)
<i>En qué tema</i>	Área de conocimiento en la cual tiene su aplicación el trabajo de investigación.	Definida por el IPC (Clasificación Internacional de patentes).
<i>Dónde se publica</i>	Revistas científicas	Oficinas de patentes donde se registra la invención

Fuente: Unidad de Bibliometría – USTABUCA.

4.4.1 Descriptores del ejercicio

Tema principal: conocer la dinámica de investigación en el área de la Valoración del Riesgo Ambiental (*Environmental risk assessment*) a nivel mundial.

Ámbito de aplicación: Empresas de aseo, sitios de disposición de residuos sólidos, municipios, secretaría de salud y ambiente, autoridades ambientales, académicos.

Descriptores: “*Environmental Risk Assessment*”

⁴² Cervantes, M. y Acevedo, C. Dinámica de investigación en el área de instituciones con afiliación de química ambiental a nivel mundial. USTA, 2016.

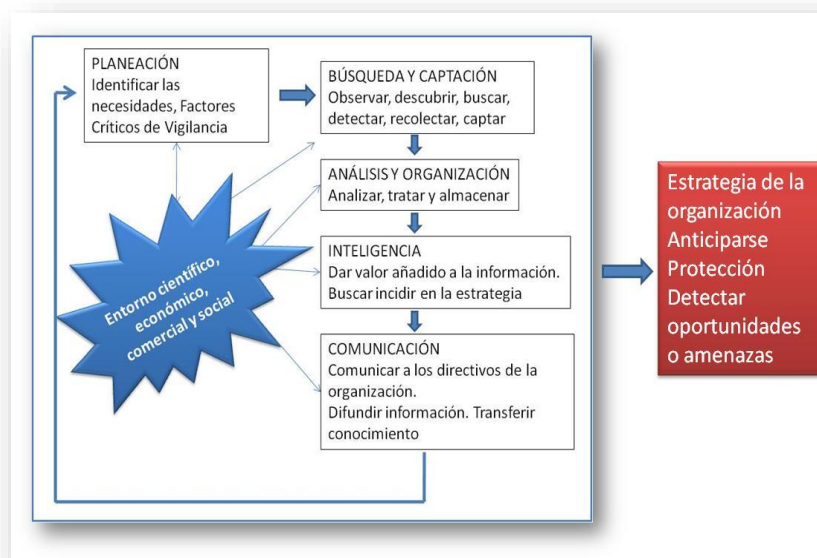
4.4.2 Objetivo General

Determinar las variables cuantitativas de la productividad científica relacionada con el descriptor anteriormente mencionado a nivel mundial, utilizando la base de datos referencial *Scopus* (*Elsevier*, B.V., 2016) y usando la metodología de minería de texto (*Software VantagePoint*, versión académica 9.0).

4.4.3 Metodología

La vigilancia tecnológica, se define como un proceso sistemático en el que se capta, analiza y difunde información de diversa índole como: económica, tecnológica, política, social, cultural, legislativa, a través de métodos legales, con el propósito de ubicar y anticipar oportunidades o riesgos, para optimizar la formulación y ejecución de la estrategia de investigación. En el Gráfico 1 se presenta el proceso metodológico.

Gráfico 1. Proceso metodológico de la vigilancia tecnológica⁴³.



La elaboración de la presente búsqueda contempló las siguientes etapas:

- Definición del tema
- Inventario de herramientas de consulta disponibles
- Identificación de descriptores, definición de las ecuaciones de búsqueda, tipo de documentos a analizar (artículos, patentes, noticias, otros).
- Análisis de datos mediante un programa de minería de textos (*VantagePoint*) y hoja de cálculo de Excel.

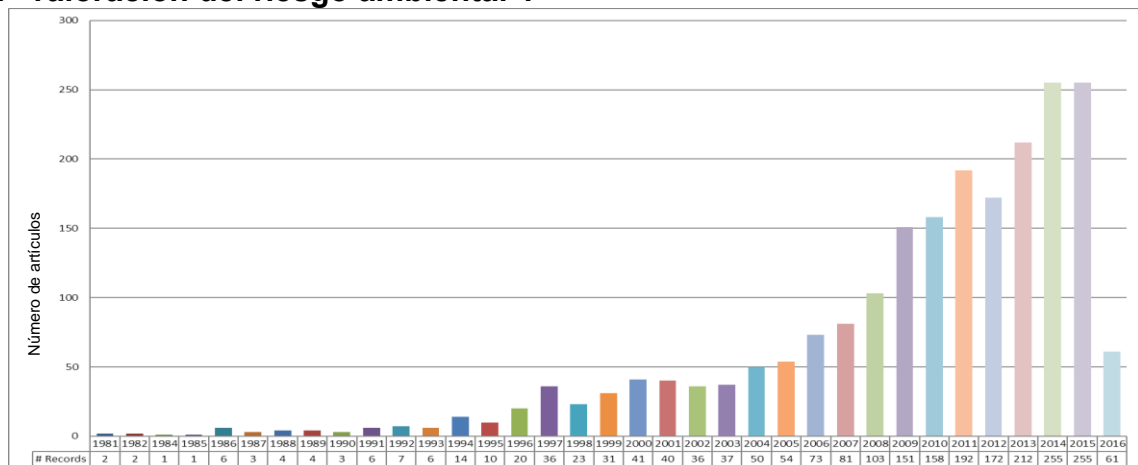
⁴³ Fuente: Sánchez J. M y Palop F. (2002)

Se consultó la base de datos referencial *Scopus* (Elsevier, B.V. 2016) para determinar la productividad científica relacionada con el término “*Environmental Risk Assessment*”. Los registros obtenidos de las bases de datos consultadas, fueron analizados mediante el programa especializado de minería de texto *VantagePoint* (Licencia académica 9.0, *Search Technology, Inc*), disponible para la unidad de Bibliometría de la Biblioteca de la Universidad Santo Tomás, Seccional Bucaramanga. Se estructuró la ecuación de búsqueda en la base de datos de *Scopus* TITLE-ABS-KEY (“*Environmental Risk Assessment*”). El tipo de documento analizado es **artículo**, pues son estos los que definen las tendencias en la generación de nuevo conocimiento alrededor de la temática estudiada.

4.4.4 Indicadores generales de la productividad científica

De acuerdo con la ecuación de búsqueda propuesta para la realización de esta indagación, se obtuvieron 2150 registros en la base de datos de *Scopus*, que corresponden a artículos científicos. La dinámica científica medida por la distribución del número de artículos por años, con la palabra clave en el *abstract* o en título “*Environmental Risk Assessment*”, se presenta en el Gráfico 2. Los primeros registros indexados en la base de datos aparecen en 1981. El crecimiento en el número de registros fue muy lento hasta los años 90. A partir de 2003, se aprecia una tendencia creciente en el número de artículos publicados.

Gráfico 2. Distribución por número de artículos científicos por año, asociados a “valoración del riesgo ambiental”.

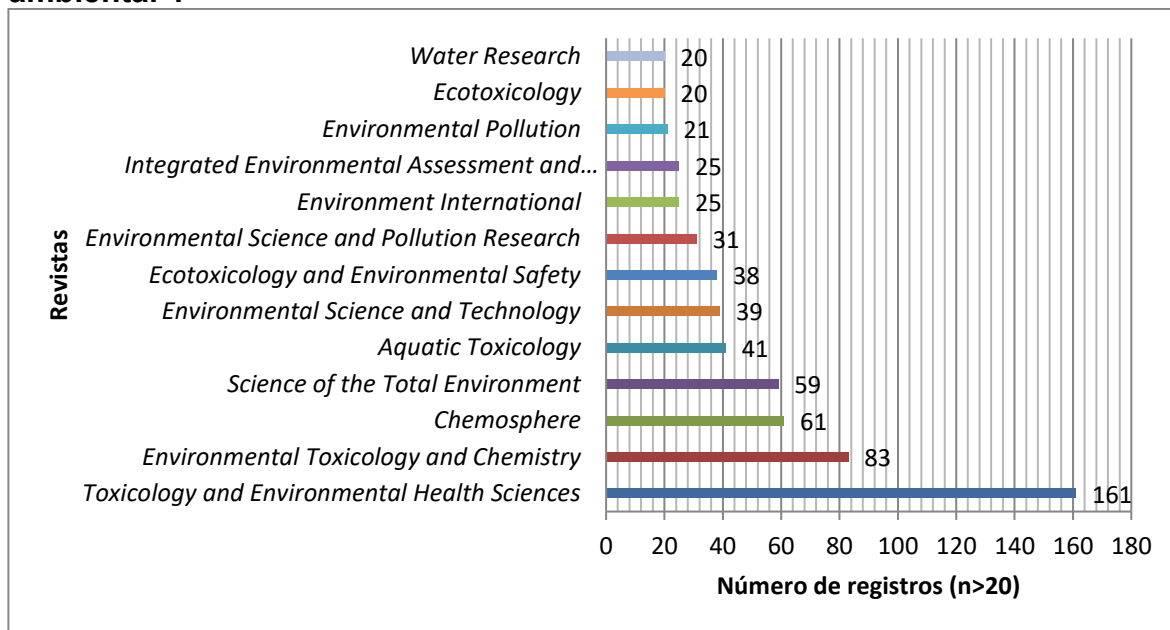


Fuente: Unidad de Bibliometría - USTABUCA, cálculos basados en información de *Scopus* (Elsevier, B.V. 2016), procesados con *VantagePoint* (Versión 9.0, *Search Technology*). Fecha de consulta: 20/03/2016.

Las revistas indexadas más importantes, con un número de artículos publicados mayor a 20, en las cuales se hace la divulgación de los resultados de investigación sobre la “valoración del riesgo ambiental” se presentan en el Gráfico 3. Sobresalen con más de 50 publicaciones, en primer lugar, *Toxicology and Environmental Health*

Sciences (161 artículos) seguida por *Environmental Toxicology and Chemistry* con 83, *Chemosphere* con 61 y *Science of the Total Environment* con 59.

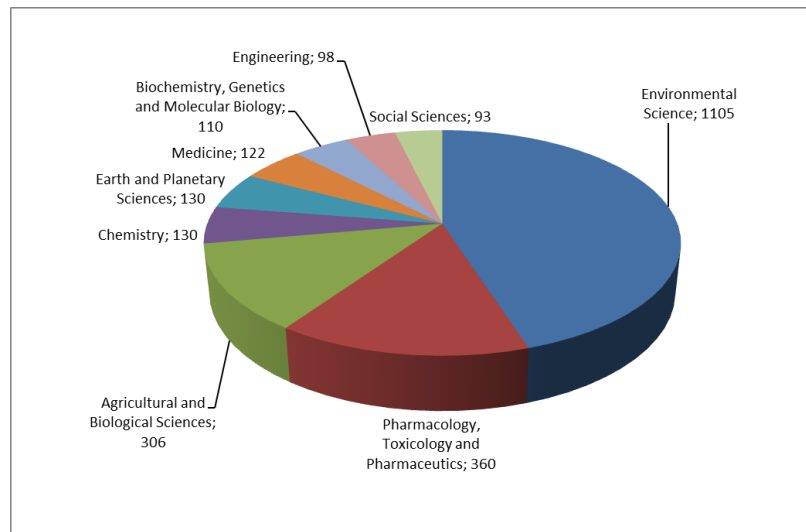
Gráfico 3. Distribución del número de artículos en las principales revistas científicas internacionales (n>20), asociadas a “valoración del riesgo ambiental”.



Fuente: Unidad de Bibliometría - USTABUCA, cálculos basados en información de *Scopus* (Elsevier, 2014), procesados con *VantagePoint* (Versión 8.0, Search Technology). Fecha de consulta: 20/05/2014.

Las áreas de conocimiento de mayor interés para los investigadores vinculados con la valoración del riesgo ambiental se presentan en el Gráfico 4. Se destacan las ciencias ambientales (959 registros), Farmacología, toxicología y farmacéuticos con 292, ciencias agrícolas y biológicas con 272, medicina con 246, química con 128 y bioquímica, genética y biología molecular con 114.

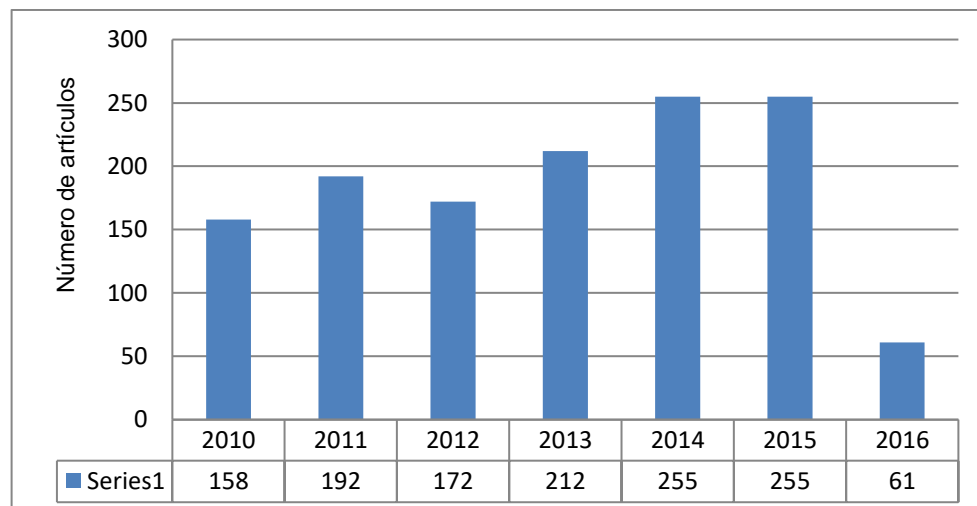
Gráfico 4. Distribución de los documentos de acuerdo con el área de conocimiento asociados a valoración del riesgo ambiental.



Fuente: Unidad de Bibliometría - USTABUCA, cálculos basados en información de *Scopus* (Elsevier, B.V. 2014), procesados con *VantagePoint* (Versión 8.0, Search Technology). Fecha de consulta: 20/05/2014.

Para realizar el análisis de minería de texto con la herramienta *VantagePoint*, se seleccionó dentro del número de registros obtenidos aquellos publicados entre el 2010 y marzo de 2016 fecha de actualización del ejercicio y definiendo como tipo de documento “artículo”. El comportamiento de publicación en esta ventana de tiempo se presenta en el Gráfico 5. Se obtuvieron 1310 documentos que corresponde al 60.5% del total de la producción científica en este tema.

Gráfico 5. Distribución de artículos publicados en el período 2010 – 2016, asociados a “valoración del riesgo ambiental”.

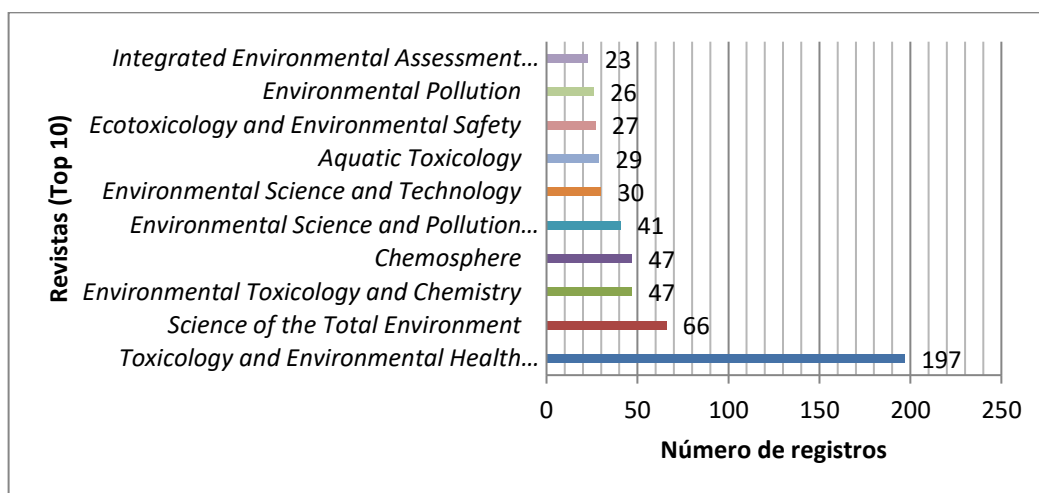


Fuente: Unidad de Bibliometría - USTABUCA, cálculos basados en información de *Scopus* (Elsevier, 2016), procesados con *VantagePoint* (Versión 9.0, Search Technology). Fecha de consulta: 20/03/2016.

En la ventana de tiempo expresada en el párrafo anterior, se puede determinar una tendencia creciente en el número de publicaciones, siendo los años 2014 y 2015 los de mayor productividad con 255 registros. A la fecha de consulta para el año 2016 se presentaron 61 artículos.

En el Gráfico 6, se muestra la distribución del número de artículos según la revista científica en la cual ha sido publicada.

Gráfico 6. Principales revistas científicas con artículos publicados en el período 2010 -2016, asociadas a “valoración del riesgo ambiental”.

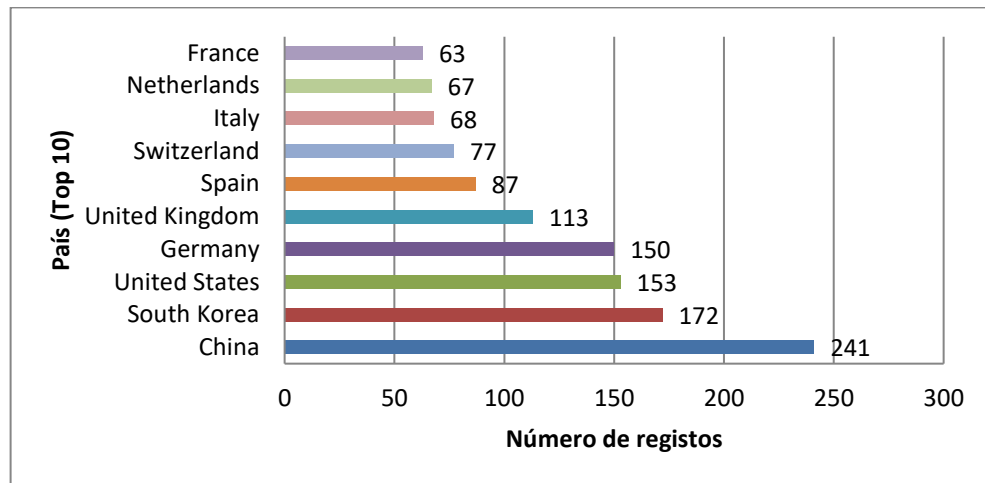


Fuente: Unidad de Bibliometría - USTABUCA, cálculos basados en información de *Scopus* (Elsevier, 2016), procesados con *VantagePoint* (Versión 9.0, Search Technology). Fecha de consulta: 20/03/2016.

La principal revista es la “*Toxicology and Environmental Health Science*” con 197 registros, seguida por “*Science of the Total Environment*” con 66 y “*Chemosphere*” y “*Environmental Toxicology and Chemistry*” con 47.

Por otro lado, la distribución de países a nivel mundial tiene como líder a China con 241 registros, seguido por Corea del Sur con 172, Estados Unidos con 153 y Alemania con 150, entre otros, como se puede evidenciar en el Gráfico 7.

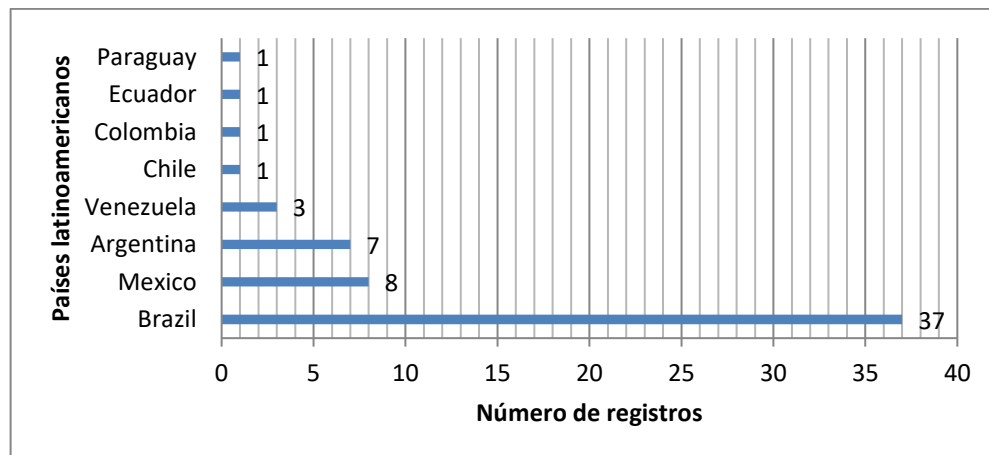
Gráfico 7. Distribución por países de artículos publicados en el período 2010 - 2016, asociados a “valoración del riesgo ambiental”.



Fuente: Unidad de Bibliometría - USTABUCA, cálculos basados en información de *Scopus* (Elsevier, 2016), procesados con VantagePoint (Versión 9.0, Search Technology). Fecha de consulta: 20/03/2016.

Ahora bien, a nivel latinoamericano, Brasil está a la cabeza con 37 documentos, seguido por México con 8, Argentina con 7, Venezuela con 3; Colombia solo tiene un documento registrado en esta base de datos como se presenta en el Gráfico 8.

Gráfico 8. Distribución por países latinoamericanos de artículos publicados en el período 2010 -2016, asociados a “valoración del riesgo ambiental”.

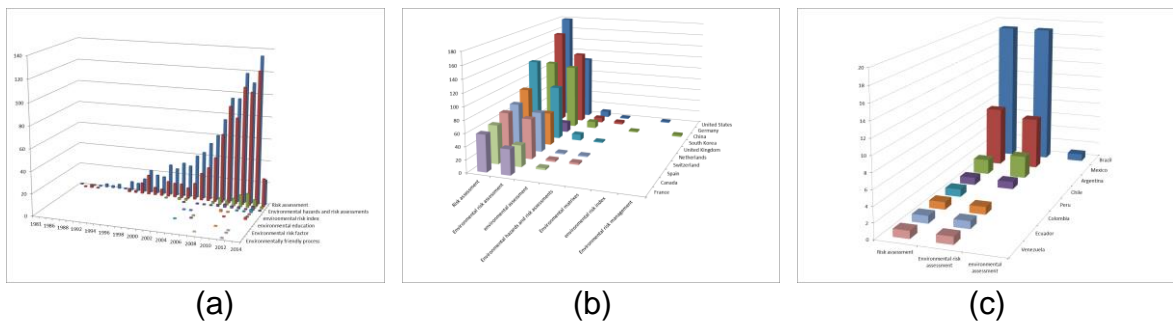


Fuente: Unidad de Bibliometría - USTABUCA, cálculos basados en información de *Scopus* (Elsevier, 2016), procesados con VantagePoint (Versión 9.0, Search Technology). Fecha de consulta: 20/03/2016.

Por último, en el análisis preliminar de minería de texto realizado en mayo 2014 se utilizaron matrices relacionales donde se realizaron asociaciones entre: años vs “keywords”, países (top 10) vs “keywords” y países latinoamericanos vs “keywords”, ver el Gráfico 9. El resultado fue el siguiente: **(a)** a nivel mundial están apareciendo nuevos tópicos de interés para los investigadores como la “evaluación del riesgo y

los peligros ambientales”, “índices de riesgo ambiental”, “procesos amigables ambientalmente”, entre otros, que solo a partir de este milenio y algunos después del año 2010 están apareciendo en el radar cienciométrico. **(b)** esta correlación nos indica que China es la pionera en gestión del riesgo ambiental y en matrices ambientales, mientras que Estados Unidos lo es en índices de riesgo ambiental. **(c)** El pionero en valoración ambiental en Latinoamérica es Brasil; que a mayo de 2004 Perú no mostraba registros en valoración del riesgo ambiental. Por otro lado, las temáticas más trabajadas o de mayor interés en Latinoamérica son la valoración del riesgo y la valoración del riesgo ambiental.

Gráfico 9. Resultados de las matrices relacionales (a) año; (b) países – top 10 y; (c) países latinoamericanos vs “valoración del riesgo ambiental”.



Fuente: Unidad de Bibliometría - USTABUCA, cálculos basados en información de *Scopus* (Elsevier, B.V. 2014), procesados con *VantagePoint* (Versión 8.0, Search Technology). Fecha de consulta: 20/05/2014.

5. METODOLOGÍA

De acuerdo a la definición del problema y a los objetivos planteados, se desarrolló la siguiente metodología que orientó el trabajo de grado.

5.1 FUNDAMENTOS EPISTEMOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN

Este trabajo de grado fue una investigación de tipo descriptivo que se enmarcó dentro del método estudio de caso. Este método se viene trabajando desde hace décadas en disciplinas como las ciencias sociales entre ellas la administración y el derecho.

El fundamento epistemológico del estudio de casos de investigación es enunciado por Yacuzzi citando a Yin (1994) en la siguiente definición:

una investigación empírica que estudia un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto de la vida real, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y su contexto no son claramente evidentes. (...) Una investigación de estudio de caso trata exitosamente con una situación técnicamente distintiva en la cual hay muchas más variables de interés que datos observacionales; y, como resultado, se basa en múltiples fuentes de evidencia, con datos que deben converger en un estilo de triangulación; y, también como resultado, se beneficia del desarrollo previo de proposiciones teóricas que guían la recolección y el análisis de datos.⁴⁴

5.2 DISEÑO METODOLÓGICO

A continuación, se esboza el plan o estrategia concebida para obtener la información que se requirió para alcanzar los objetivos planteados.

5.2.1 Tipo de investigación. Fue una investigación descriptiva no-experimental del tipo caso, como lo han mencionado Hernández, Fernández y Baptista⁴⁵, siendo el PGIRS del municipio de Piedecuesta el caso a tratar.

⁴⁴ YACUZZI, Enrique. El estudio de caso como metodología de investigación: teoría, mecanismos causales, validación [en línea]. Buenos Aires: Universidad de CEMA, 2005. 37 p. (Serie documentos de trabajo; no. 296) [citado 2012-09-28].

⁴⁵ HERNÁNDEZ S., Roberto; FERNÁNDEZ C., Carlos y BAPTISTA L., Pilar. Metodología de la investigación. 5ª ed. México: McGraw-Hill, 2010. pp. 149-154.

5.2.2 Método utilizado. La combinación de métodos cuantitativos y cualitativos, se realizó, con el fin de buscar coherencia entre ambos métodos, la definición del problema y los objetivos de la investigación.

Se utilizan según Vázquez *et al.*⁴⁶, ambos tipos de métodos de forma interactiva, o de forma cíclica, iniciando la investigación con un estudio cualitativo, que permite aproximarse al contexto de las unidades en estudio, planteando los interrogantes punto de partida, el desarrollo del cuestionario y antes de generar la información, se continua con un estudio cualitativo que permita complementar la interpretación de los datos cuantitativos, y si fuere el caso, la generación de hipótesis por ser de tipo exploratorio descriptivo.

5.2.3 Criterios de validez y confiabilidad. Los criterios de validez y confiabilidad en este trabajo están dados por la legislación colombiana vigente y la normativa ISO de nivel internacional, que presentan teorías validadas, lo cual reafirma la validez teórica de la encuesta; lo mismo que la observación y las entrevistas que se nutren de ella.

5.2.4 Definición de hipótesis, variables e indicadores. El estudio fue descriptivo y mayoritariamente cualitativo por lo que, de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista⁴⁷, no se formula hipótesis antes de recolectar los datos.

Las variables e indicadores, fueron identificados y seleccionados de los criterios definidos de la legislación nacional vigente y por la norma técnica colombiana para gestión del riesgo (NTC-ISO 31000), en estudio.

5.2.5 Diseño muestral: universo y muestra (representativa o significativa). Debido al tipo de estudio (descriptivo) que se realizó y de corte mayoritariamente cualitativo, la muestra fue no-probabilística, del tipo intencional seleccionada a partir de la experiencia y conocimiento de los sujetos respecto a la problemática objeto de estudio.

5.2.6 Instrumentos y técnicas de investigación. Los instrumentos y técnicas de investigación desarrollados e implementados a lo largo de esta investigación, fueron: encuestas, entrevistas, investigación documental y observación no-participante.

5.2.7 Estudio piloto. Antes de tener el diseño final de la encuesta, se llevó a cabo una prueba piloto con la participación de varias personas y/o funcionarios con características similares a las del estudio, como lo indica Hurtado de Barrera⁴⁸.

⁴⁶VÁZQUEZ NAVARRETE, Ma. Luisa et al. Op. cit., p. 36-37.

⁴⁷ HERNÁNDEZ S., Roberto, FERNÁNDEZ C., Carlos y BAPTISTA L., Pilar. Op. cit., p. 92.

⁴⁸ HURTADO de BARRERA, Jacqueline. Metodología de la investigación. Guía para la comprensión holística de la ciencia. 4 ed. Caracas: Quirón ediciones, 2010, p. 786.

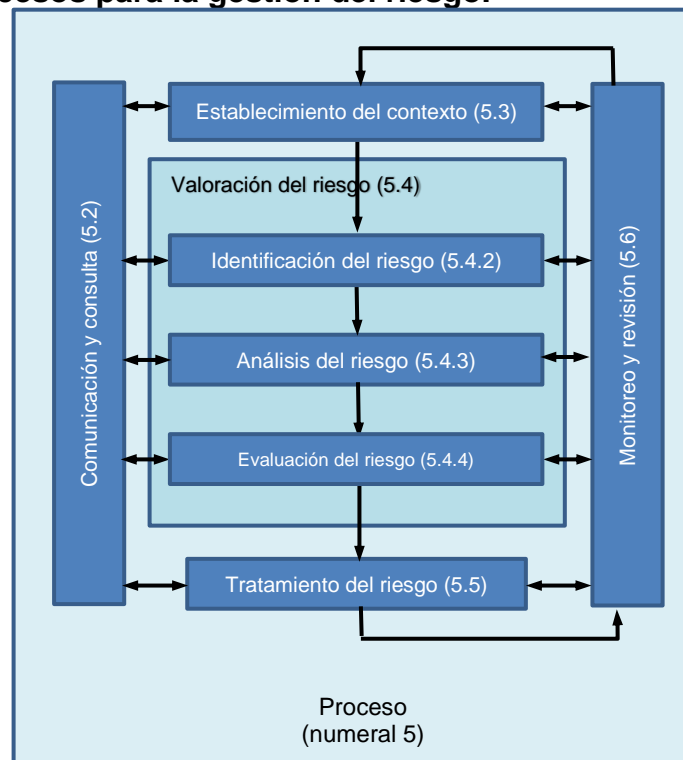
Con la prueba piloto se verificó su adecuación respecto a la comprensión de las preguntas y los posibles inconvenientes de interpretación del mismo.

5.3 PROCEDIMIENTO

El PGIRS metropolitano en donde se encuentra incluido el del municipio de Piedecuesta se contrastó con lo establecido por el decreto 1045 de 2003 emanado por el MAVDT, legislación con la que fue diseñado, y la norma internacional NTC - ISO 31000:2009.

Para realizar el presente trabajo, se siguieron los lineamientos dados por la NTC-ISO 31000:2009 numeral 5.4, ver Gráfico 10, que trata sobre la valoración del riesgo. Dicha valoración involucra tres etapas: la primera relacionada con la identificación del riesgo (numeral 5.4.2), la segunda con el análisis del riesgo (numeral 5.4.3) y la última con la evaluación del riesgo (numeral 5.4.4). Estas tres etapas enfocadas a los riesgos ambientales las cuales conformaron la ruta recorrida en el desarrollo de la presente investigación.

Gráfico 10. Proceso para la gestión del riesgo.



Fuente: NTC-ISO 31000:2009, pág. 3.

Para dar cumplimiento al **primer objetivo** específico: *Determinar las características ambientales estipuladas en los lineamientos normativos y legales en Colombia (PGIRS), susceptibles de ser medidos con el propósito de establecer un diagnóstico ambiental descriptivo*, se determinaron las características ambientales estipuladas en el decreto 1045 de 2003 del MAVDT sobre la metodología para la elaboración de los PGIRS, que fue derogada por el artículo 12 de la Resolución 754 de 2014 del MVCT y del MADS (la justificación de esta decisión se encuentra documentada en las discusión de resultados).

Se realizó un análisis de diferencias (*Gap Analysis*) entre los ítem 5.3 (diagnóstico ambiental) y 5.4.5 (componente de disposición final) del decreto 1045 de 2003 que hace parte con el PGIRS del Área Metropolitana de Bucaramanga enfocado en el aparte que involucra al municipio de Piedecuesta.

Para cumplir con este objetivo, se diseñó un primer instrumento de valoración (ver Cuadro 3) para determinar el grado de cumplimiento del PGIRS del municipio de Piedecuesta con las características o variables definidas en el decreto 1045 de 2003 del MAVDT. El instrumento debidamente diligenciado se encuentra en el anexo A.

Cuadro 3. Instrumento de valoración para el cumplimiento de las características (análisis de diferencias).

#	CARACTERÍSTICA	CUMPLE			OBSERVACIONES PGIR AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	ACTIVIDAD
		SI	PARCIALMENTE	NO		
1						
2						
3						

Fuente: Adaptado de la GTC 93. Guía para la ejecución de la revisión ambiental inicial (RAI) y del análisis de diferencias (*Gap Analysis*), como parte de la implementación y mejora de un sistema de gestión ambiental.

Los ítem mencionados anteriormente, que hacen parte del decreto 1045 de 2003 del MAVDT, pág.: 9-10, 12-13 contienen las siguientes variables que en el instrumento se denominan características:

5.3 Diagnóstico ambiental

Determinar las condiciones ambientales de los recursos empleados en el servicio público de aseo y su situación actual, así como el cumplimiento de la normatividad ambiental. Para tal efecto se deben establecer los siguientes aspectos:

5.3.1 Descripción de los impactos ambientales generados por las unidades de aprovechamiento y de disposición final (botaderos a cielo abierto, enterramientos de residuos generados, rellenos sanitarios, cuerpos de agua, etc.).

5.3.2 Identificar las autorizaciones ambientales otorgadas por la autoridad ambiental competente al sitio de disposición final y unidades de aprovechamiento.

5.3.3 Aquellos municipios que cuenten con rellenos sanitarios técnicamente manejados, deberán establecer su vida útil, expresada en metros cúbicos de residuos sólidos y años definidos en la licencia ambiental.

5.3.4 Identificar las fuentes de agua cercanas y el nivel de afectación del sitio de disposición final sobre las mismas.

5.3.5 Establecer las características del vertimiento de lixiviados producidos en el sitio de disposición final, indicando la carga total vertida de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) y Sólidos Suspendidos Totales (SST), expresadas en ton/mes, y los caudales medio diario producidos y vertidos, expresado en L/seg.

5.3.6 Descripción del sistema de gestión ambiental del ente territorial y/o de la(s) persona(s) prestadora(s) del servicio.

5.3.7 Identificar las poblaciones y comunidades afectadas directa o indirectamente con la prestación del servicio, en especial aquellas localizadas cerca de los actuales y/o futuros sitios para la disposición final y el aprovechamiento de los residuos.

Nota: Los aspectos relacionados con el control de gases y lixiviados y la cobertura de los residuos se describen en el numeral 5.4.5 Componente de Disposición Final del Diagnóstico Técnico, Operativo y de Planeación, del presente documento.

5.4.5 Componente de disposición final

- Descripción del tipo de disposición final.
- Vida útil del sitio actual de disposición final, expresada en metros cúbicos y años.
- Cantidad de residuos sólidos dispuestos diariamente, expresada en ton/día (RSD).
- Vías de acceso y descripción de la topografía y el estado de las mismas.
- Distancia del sitio de disposición al límite con cascos urbanos, expresada en Km.
- Distancia del sitio de disposición a cuerpos de agua, expresada en Km.
- Distancia del sitio de disposición a aeropuertos, expresada en Km.
- Descripción de las actividades de operación del sistema.
- Descripción de la cobertura diaria, tipo de material, cantidad empleada, espesor, etc.

- Descripción del equipo disponible (bulldozer, retroexcavadora, volquetas, etc.) indicando el modelo, capacidad, estado de funcionamiento y actividades de mantenimiento realizadas.
- Presencia de recicladores en el sitio de disposición.
- Actividades desarrolladas para el cierre y clausura de botaderos a cielo abierto o enterramientos existentes.
- Descripción del manejo de gases, incluyendo la disponibilidad y descripción de equipos de medición y tratamiento de gases.
- Descripción del manejo de lixiviados, incluyendo la disponibilidad descripción de equipos de medición y tratamiento de lixiviados, si existen.
- Descripción de las actividades realizadas para el control de taludes estabilidad de los suelos indicando taludes, pendientes, etc.
- Producción media diaria de biogás, expresada en L/seg.
- Producción media de lixiviados, expresada en L/seg.
- Fracción de residuos dispuestos:

$$FRSD (\%) = \frac{RSD}{RSR} \times 100$$

La columna que se denomina “Actividades” (ver Cuadro 4) en el instrumento de valoración para el cumplimiento de las características, está asociado a los 7 procesos definidos como los componentes del servicio público de aseo según decreto 1713 de 2002 bajo el cual fue diseñado el actual PGIRS del municipio de Piedecuesta.

Cuadro 4. Componentes del servicio público de aseo.

ACTIVIDAD	COMPONENTE DEL SERVICIO PÚBLICO DE ASEO
1	Recolección
2	Transporte
3	Barrido y limpieza
4	Transferencia
5	Tratamiento
6	Aprovechamiento
7	Disposición Final

Fuente: decreto 1713 de 2002 del MAVDT, página 7.

Para alcanzar el **segundo objetivo** específico, “*Identificar las directrices de evaluación del riesgo ambiental estipulados en la NTC-ISO 31000:2009 y de la normatividad colombiana vigente con el propósito de establecer el marco de referencia para la evaluación del PGIRS*”, se determinó el marco de evaluación del PGIRS del municipio de Piedecuesta.

Así como el primer objetivo está relacionado con el numeral 5.4.2 de la NTC-ISO 31000:2009, este objetivo (segundo) involucra los numerales 5.4.3 y 5.4.4 de la

misma norma que corresponden al análisis y la evaluación del riesgo respectivamente. Cada uno de los anteriores procesos de la norma, le fueron aplicados a lo establecido por la normatividad colombiana al PGIRS del municipio de Piedecuesta.

En un primer momento se determinaron los descriptores o escala de posibilidad (ver cuadro 5), el impacto (ver cuadro 6), claves para tratamiento de riesgo (ver cuadro 7) y finalmente la matriz para determinar el nivel de riesgo (ver cuadro 8).

Cuadro 5. Escala de Posibilidad.

NIVEL	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
A	Casi seguro	Se espera que ocurra en la mayoría de las circunstancias
B	Probable	Probablemente ocurra en la mayoría de las circunstancias
C	Posible	Podría ocurrir
D	Improbable	Podría ocurrir, pero no se espera
E	Raro	Ocurre solamente en circunstancias excepcionales
F	No aplica	No ocurrirá esta emergencia

Fuente: Modificado del Manual – Directrices de gestión del riesgo. Complementa la NTC 5254 2006, pág. 56.

En el Cuadro 5 se relaciona la escala de valoración de la probabilidad la cual consta de seis (6) niveles de ocurrencia de un evento. Siendo “**A**” la escala de mayor probabilidad y “**F**” la menor. Aunque existen otros tipos de escala, se decide emplear esta debido a que agrupa en sus descriptores un número tal que permite asociar con facilidad la probabilidad de un evento.

Cuadro 6. Descriptores de Impacto: daño ambiental (Vulnerabilidad Ambiental)

NIVEL	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
0	No aplica	No ocurrirá la emergencia
1	Insignificante	Sin lesiones, pérdida financiera baja, impacto ambiental insignificante.
2	Secundario	Tratamiento de primeros auxilios, contaminación leve contenida inmediatamente, pérdida financiera media.
3	Moderado	Exige tratamiento médico, contaminación leve contenida con asistencia externa, pérdida financiera alta.
4	Importante	Lesiones extensas, pérdida de la capacidad productiva, contaminación grave recuperable, pérdida financiera importante.
5	Catastrófico	Muerte, Contaminación grave no recuperable, enormes costos financieros

Fuente: Modificado del Manual – Directrices de gestión del riesgo. Complementa la NTC 5254 2006, pág. 56.

El Cuadro 6 consta, al igual que el Cuadro 5, de 6 niveles de impacto (daño ambiental), cuya escala ascendente de valoración va de cero (0) a cinco (5) siendo este último el de mayor impacto. Esto permite realizar una correlación entre los niveles de probabilidad e impacto.

En el Cuadro 7 se determinan los niveles de riesgo y las claves para el tratamiento de los mismos. En este instrumento se analizaron diferentes posibilidades y se estableció una escala de tres (3) descriptores asociada al nivel de atención por la dirección o por el propietario del riesgo que se recomienda o, a la escala de tiempo de respuesta requerida: **rojo** que implica una acción inmediata, **amarillo** que involucra una acción incrementada y **verde** cuya acción es proseguir en la forma usual. A lo anterior, se asocia una escala de cuatro (4) términos vinculada al nivel de riesgo que se debe entender de la siguiente manera: **E**: Extremo, **A**: Alto, **M**: Moderado y **B**: Bajo (ver cuadro 7).

Cuadro 7. Matriz para determinar el nivel de riesgo y claves para tratamiento de riesgo.

CALIFICACIÓN	NIVEL DE RIESGO	RIESGO
E	Riesgo extremo, se requiere acción inmediata.	Inaceptable
A	Riesgo alto, es necesario la atención de la alta dirección. Se requiere acción inmediata.	Inaceptable
M	Riesgo moderado, se debe especificar la responsabilidad de la dirección. Acción incrementada.	Moderado
B	Riesgo bajo, gestionar mediante procedimientos de rutina.	Aceptable

Fuente: Modificado del Manual – Directrices de gestión del riesgo. Complementa la NTC 5254 2006, pág. 58.

Ahora bien, es importante dejar claro que este método de valoración es de tipo cualitativo, debido a que no se están asociando valores al instrumento para posteriormente realizar alguna operación matemática para calificar el riesgo ambiental. Es importante tener en cuenta que la calificación “E” y “A” representan **riesgos ambientales inaceptables** para el manejo de los residuos sólidos de un municipio como es el caso en cuestión y, que son en los que los autores harán énfasis en buscar acciones o estrategias para mitigar su impacto o disminuir la probabilidad de ocurrencia.

Cuadro 8. Matriz determinar el nivel del riesgo.

POSIBILIDAD	IMPACTO					
	Catastrófico (5)	Importante (4)	Moderada (3)	Menor (2)	Insignificante (1)	No aplica (0)
A. Casi seguro	E	E	A	M	M	B
B. Probable	E	A	A	M	B	B
C. Posible	E	A	M	M	B	B
D. Improbable	E	A	M	M	B	B
E. Raro	A	A	M	M	B	B
F. No aplica	A	M	M	B	B	B

Fuente: Autores

La matriz de nivel de riesgo (ver cuadro 8) conjuga la relación entre la posibilidad y el impacto (consecuencia). Como se expresó anteriormente, el énfasis de este proyecto fue dirigido a los riesgos ambientales extremos (**E**) y/o altos (**A**) que en la matriz están **identificados con el color rojo**.

A cada una de las variables ambientales o componente identificadas se le redactó una descripción del riesgo, previa catalogación como peligro o evento y con base en esto se determinaron las posibles consecuencias que se generarían en caso de ocurrencia (ver cuadro 9). Todo lo anterior fue sistematizado en una matriz para cada uno de los procesos que involucra el PGIRS del municipio de Piedecuesta, la cual se puede observar en el anexo B.

Cuadro 9. Ejemplo de la matriz descriptora de los riesgos del programa de recolección del PGIRS del municipio de Piedecuesta.

COMPONENTE/ VARIABLE	FUENTE DE RIESGO		DESCRIPCIÓN	CONSECUENCIA / IMPACTO	OTRAS DIMENSIONES		
	Peligro / aspecto	Evento / incidente			FINANCIERA	SOCIAL	SANITARIA
1. Recolección							
2. Transporte							
3. Barrido y limpieza							
4. Transferencia							
5. Tratamiento							
6. Aprovechamiento							
7. Disposición final							

Fuente: Autores

Para el **tercer objetivo** específico “*Evaluar los riesgos ambientales del PGIRS del municipio de Piedecuesta – Santander bajo los lineamientos de la NTC-ISO 31000:2009 y la normatividad colombiana vigente*”, se llevaron a cabo los siguientes pasos:

Paso seguido a la determinación de las variables ambientales que involucran riesgos, se diseñó un instrumento recolector de información (ver Cuadro 10) necesaria para determinar la posibilidad de ocurrencia del evento en cada una de las variables identificadas en los procesos que componen el PGIRS en estudio. En el Anexo C se encuentra totalmente diligenciado dicho instrumento. Para el diligenciamiento se recurrió a la entrevista con expertos en el área para que nos dieran sus apreciaciones al respecto y poder de esta manera determinar la posibilidad.

Cuadro 10. Ejemplo del instrumento recolector de información para determinar la probabilidad de ocurrencia de un peligro o evento.

VARIABLES PARA desconocer el nivel de afectación del sitio de disposición final sobre las fuentes de aguas cercanas (superficiales y subterráneas)	SI	NO
Se ha presentado afectaciones del sitio de disposición final sobre las fuentes de agua cercanas (superficiales y subterráneas)		
No se hacen periódicamente estudios técnicos sobre la afectación del sitio de disposición final sobre las fuentes de agua cercanas		
En los últimos diez años han ocurrido por lo menos una vez afectaciones sobre las fuentes de agua cercanas al sitio de disposición final		
En los últimos cinco años han ocurrido por lo menos una vez afectaciones sobre las fuentes de agua cercanas al sitio de disposición final		
Se presenta un manejo inadecuado de lixiviados en el sitio de disposición final		

Fuente: Autores

Según se muestra en el Cuadro 11, con base en el número de respuestas valoradas como SÍ, se estableció una concordancia con los descriptores de posibilidad (ver Cuadro 5).

Cuadro 11. Correspondencia entre el número de respuestas afirmativas – posibilidad de ocurrencia.

NÚMERO DE RESPUESTAS SÍ	POSIBILIDAD	DESCRIPTOR
5	CASI SEGURO	A
4	PROBABLE	B
3	POSIBLE	C
2	IMPROBABLE	D
1	RARO	E
0	NO APLICA	F

Fuente: Autores

El producto de esta actividad conduce a los resultados sobre el riesgo inherente que se detallan en el Anexo D. En dicho anexo el impacto fue valorado de acuerdo con los aportes de técnicos y experiencia de los profesionales consultados y de los autores de este proyecto. Para la valoración del riesgo se empleó la matriz para determinar el nivel de riesgo (ver cuadro 8).

Cuadro 12. Ejemplo de la evaluación de la probabilidad de que ocurra un evento.

PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL EVENTO	SELECCIÓN		# de Sí	# de No	POSIBILIDAD
	SI	NO			
VARIABLES PARA desconocer el nivel de afectación del sitio de disposición final sobre las fuentes de aguas cercanas (superficiales y subterráneas)	SI	NO	5	0	A
Se ha presentado afectaciones del sitio de disposición final sobre las fuentes de agua cercanas (superficiales y subterráneas)	1				
NO se hacen periódicamente estudios técnicos sobre la afectación del sitio de disposición final sobre las fuentes de agua cercanas	1				
En los últimos diez años han ocurrido por lo menos una vez afectaciones sobre las fuentes de agua cercanas al sitio de disposición final	1				
En los últimos cinco años han ocurrido por lo menos una vez afectaciones sobre las fuentes de agua cercanas al sitio de disposición final	1				
Se presenta un manejo inadecuado de lixiviados en el sitio de disposición final	1				

Fuente: Autores

En el ejemplo anterior, Cuadro 12, se evidencia que se obtuvo cinco (5) respuestas afirmativas que corresponde al descriptor “**A**” que denota una posibilidad de “casi seguro” según el Cuadro 11.

La anterior información, es el insumo para llevar a cabo el **cuarto objetivo** que corresponde a: “*presentar mejoras en la gestión ambiental del PGIRS del municipio de Piedecuesta – Santander bajo el enfoque de la gestión del riesgo.*”

Para este objetivo se trabajaron los riesgos inherentes valorados o catalogados como extremos (**E**) y altos (**A**) en cada uno de los procesos analizados. A cada uno

de ellos se le aplicó el instrumento de mejora en la gestión del riesgo ambiental como se evidencia en el siguiente cuadro.

Cuadro 13. Ejemplo del instrumento para la propuesta de mejora en la gestión del riesgo ambiental.

PGIRS - PIEDECUESTA				
GESTIÓN DEL RIESGO				
PLAN DE ACCIÓN				
RIESGO				
OBJETIVO				
Actividad	Qué	Cómo	Quién	Cuándo

Fuente: Autores

Para terminar con la valoración del riesgo se precisa evaluar la efectividad de los controles y determinar el riesgo residual. Este último deberá tener un nivel de riesgo que **no supere el moderado**. Todo este proceso se evidencia en el instrumento que se encuentra en el anexo D.

Para catalogar los **controles** se hizo necesario identificar el tipo de control al que se asocia, para ello se definieron tres tipos: *preventivo*, *detectivo* y *correctivo*, según sea el caso. Un mismo control puede ser catalogado en dos tipos e inclusive en los tres. Identificado el tipo de control, se define su incidencia (**Qué modifica**); lo anterior puede ser sobre la posibilidad o sobre el impacto o sobre ambas variables; paso seguido se determina el **riesgo residual** de forma similar a como se determinó el riesgo inherente, pero teniendo en cuenta qué variables se modificaron según el control implementado.

Para terminar, se evalúa la calidad del control (**efectividad**) que para el presente trabajo se catalogó en tres niveles: *alto (verde)*, *medio (amarillo)* y *bajo (rojo)*, según sea el resultado obtenido en el riesgo residual.

Cuadro 14. Correspondencia entre la variación del riesgo y la efectividad del control.

RIESGO INHERENTE	RIESGO RESIDUAL	EFFECTIVIDAD
E	M o B	ALTA (verde)
E	A	BAJA (rojo)
A	B	ALTA (verde)
A	M	MEDIA (amarillo)

Fuente: Autores

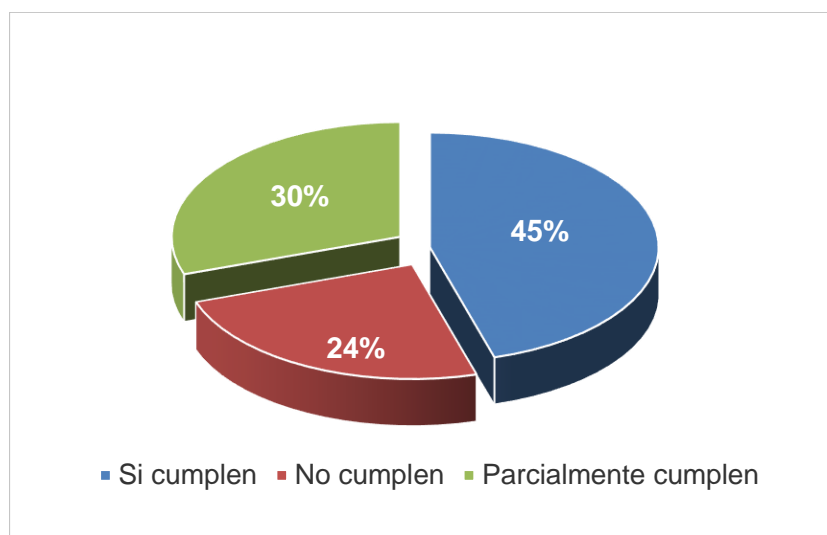
6. HALLAZGOS Y RESULTADOS

Al igual que en el ítem anterior, este capítulo se trabajó con base en los hallazgos y resultados por objetivo específico.

Primer objetivo

Resultado del análisis de diferencias entre la resolución 1045 del 2003 del MAVDT y el PGIRS metropolitano (sección del municipio de Piedecuesta) se encontró que 33 variables debían ser analizadas, de las cuales 15 variables sí cumplen, ocho (8) no cumplen y 10 cumplen parcialmente con la normatividad colombiana. En el Anexo A se referencian las 33 variables involucradas en dicho análisis. En el Gráfico 11 se pueden observar los correspondientes porcentajes.

Gráfico 11. Porcentaje de cumplimiento del diagnóstico ambiental descriptivo.



Se destacan en el siguiente listado los ítems que **NO** cumplen:

1. Descripción de los impactos ambientales generados por las unidades de aprovechamiento
2. Tiene las autorizaciones ambientales otorgadas por la autoridad ambiental para las unidades de aprovechamiento
3. Se conoce el nivel de afectación del sitio de disposición final sobre las fuentes de aguas cercanas
4. Se tiene descrito el sistema de gestión ambiental del municipio de Piedecuesta

5. Se tiene descrito el sistema de gestión ambiental de la Piedecuestana E.S.P.
6. Descripción del manejo de gases, incluyendo la disponibilidad y descripción de equipos de medición y tratamiento de gases
7. Descripción de las actividades realizadas para el control de taludes estabilidad de los suelos indicando taludes, pendientes, etc.
8. Producción media diaria de biogás, expresada en [L/s].

Estos incumplimientos legales generan riesgos que en algunos casos podrían ser catalogados como extremos y, se hace necesario tomar acciones para superar la no conformidad generada por tal incumplimiento. Con base en lo anterior y con lo consultado a los expertos, se realizó la identificación de los riesgos asociados al PGIRS del municipio de Piedecuesta.

Segundo objetivo

Los resultados del análisis técnico a cada uno los componentes del servicio público de aseo (ver Cuadro 4) que hacen parte del PGIRS de municipio de Piedecuesta según el decreto 1713 de 2002 del MAVDT, conllevaron a la identificación de los riesgos ambientales en dichos procesos (ver anexo B).

También se determinó no tener en cuenta el proceso de “transferencia” debido a que a la fecha de realización de este proyecto no existía en el Área Metropolitana de Bucaramanga tal proceso para ser analizado.

El resultado más relevante de este análisis fue el identificar 83 variables ambientales que están distribuidas como se puede observar en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Número variables ambientales escogidas para analizar por proceso.

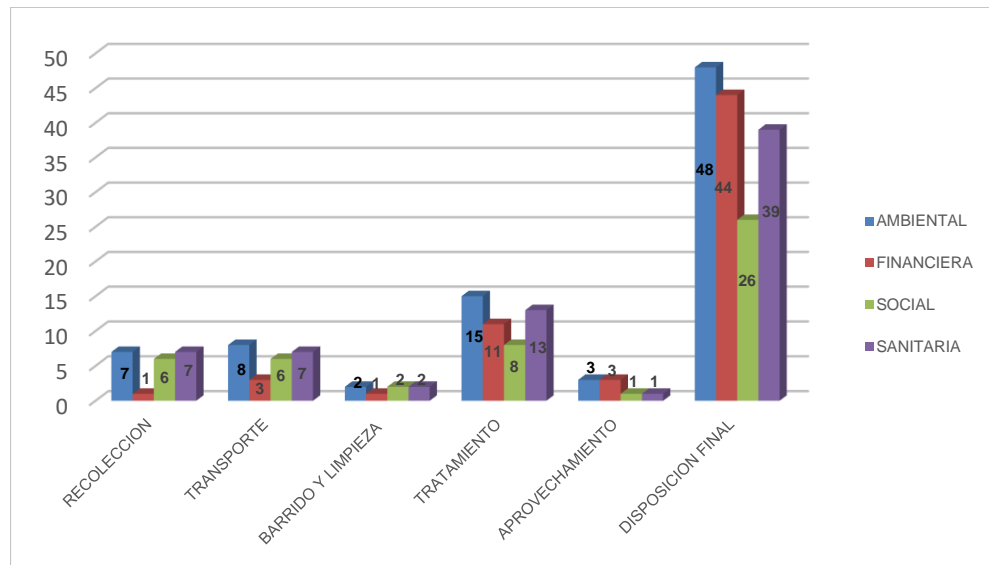
PROCESO DEL PGIRS	VARIABLES AMBIENTALES QUE INVOLUCRAN RIESGOS	PORCENTAJE EQUIVALENTE
Recolección	7	8,4
Transporte	8	9,6
Barrido y limpieza	2	2,4
Tratamiento	15	18,1
Aprovechamiento	3	3,6
Disposición final	48	57,8
TOTAL	83	

Fuente: Autores

De las 83 variables ambientales analizadas, se encontró que no solo impactan lo ambiental, sino que inciden sobre otras dimensiones como la financiera, social y

sanitaria. En el Gráfico 12 se discrimina en cada uno de los procesos que hacen parte de la gestión de los residuos sólidos el número de incidencias sobre las dimensiones anteriormente discriminadas. Es de resaltar que además de impactar sobre el ambiente, indican en mayor proporción sobre las dimensiones financieras y sanitaria.

Gráfico 12. Impacto de variables ambientales sobre otras dimensiones.



Fuente: Autores

Tercer objetivo

Para dar cumplimiento al objetivo tres se aplicó el instrumento mostrado en el Cuadro 10 a personas expertas como:

- Profesional experto encargado de realizar la actualización del PGIRS de municipio de Piedecuesta – (Ing. Ambiental y de Saneamiento Alexa Liliana Ortiz).
- Profesional experto en seguridad aérea contratista de la Aerocivil (Ing. Mecánico, José Alberto Herrera Vásquez).
- Profesional experto en aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos (Ing. Química, Isabel Patricia Cristina Ocazonez Jiménez).
- Profesional experto en diagnósticos e impactos ambientales (Ing. Químico, Jairo Puente Brugés)
- Profesional experto en geología ambiental (Geólogo, Javier E. Peña Manosalva)
- Profesional experto en ingeniería ambiental (Ing. Ambiental, Angie Denisse Joya)

- Profesional experto en gestión y riesgos ambientales (Ing. Sanitario José Luis González Manosalva)
- Personal operativo en cada uno de los procesos

Se empleó la técnica de entrevista en profundidad quedando evidencia de ello en grabaciones digitales y en el material técnico para consulta y profundización de los temas en discusión.

Ahora bien, en el cuadro 16 se muestra un ejemplo del tipo de análisis realizado por los profesionales expertos anteriormente nombrados. Las preguntas del instrumento se orientaron para solo tener en cuenta la respuesta Sí.

Cuadro 16. Ejemplo del instrumento recolector de información para determinar la probabilidad de ocurrencia de un peligro o evento.

VARIABLES PARA desconocer el nivel de afectación del sitio de disposición final sobre las fuentes de aguas cercanas (superficiales y subterráneas)	SI	NO
Se ha presentado afectaciones del sitio de disposición final sobre las fuentes de agua cercanas (superficiales y subterráneas)	1	
NO se hacen periódicamente estudios técnicos sobre la afectación del sitio de disposición final sobre las fuentes de agua cercanas	1	
En los últimos diez años han ocurrido por lo menos una vez afectaciones sobre las fuentes de agua cercanas al sitio de disposición final	1	
En los últimos cinco años han ocurrido por lo menos una vez afectaciones sobre las fuentes de agua cercanas al sitio de disposición final	1	
Se presenta un manejo inadecuado de lixiviados en el sitio de disposición final	1	

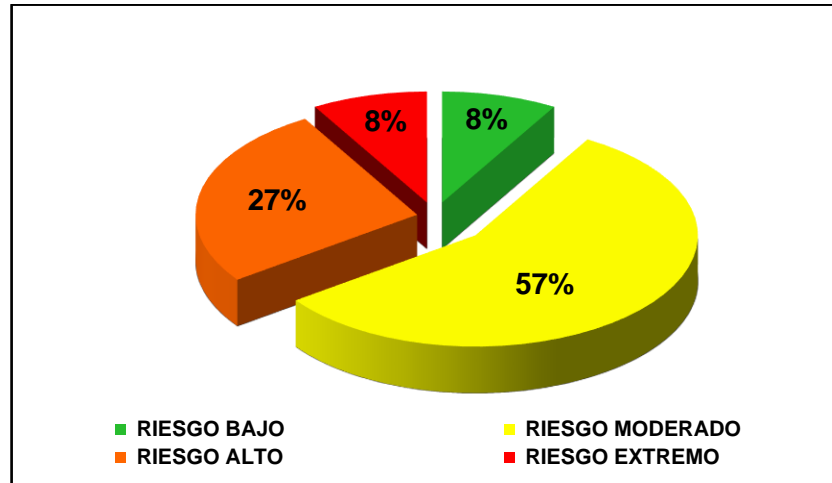
Fuente: Autores

La información obtenida del ejercicio anterior se resume en los gráficos 12 y 13.

La valoración inicial de los riesgos de todos los procesos arrojó los valores de 7, 47, 22 y 7 para los riesgos **bajo**, **moderado**, **alto** y **extremo**, respectivamente. El gráfico 12, muestra los porcentajes correspondientes a la anterior valoración. Es de resaltar que la mayor cantidad de riesgos están valorados en **moderado**, seguido por los riesgos **altos**.

Los riesgos inherentes catalogados como **E** y **A**, alcanzaron un número total de 29 que corresponde a un 35% aproximadamente (ver Gráfico 13) para todos los procesos evaluados. En el anexo D están descritos dichos riesgos producto del diagnóstico ambiental de cada una de las variables de los procesos analizados.

Gráfico 13. Porcentaje del total de riesgos evaluados.

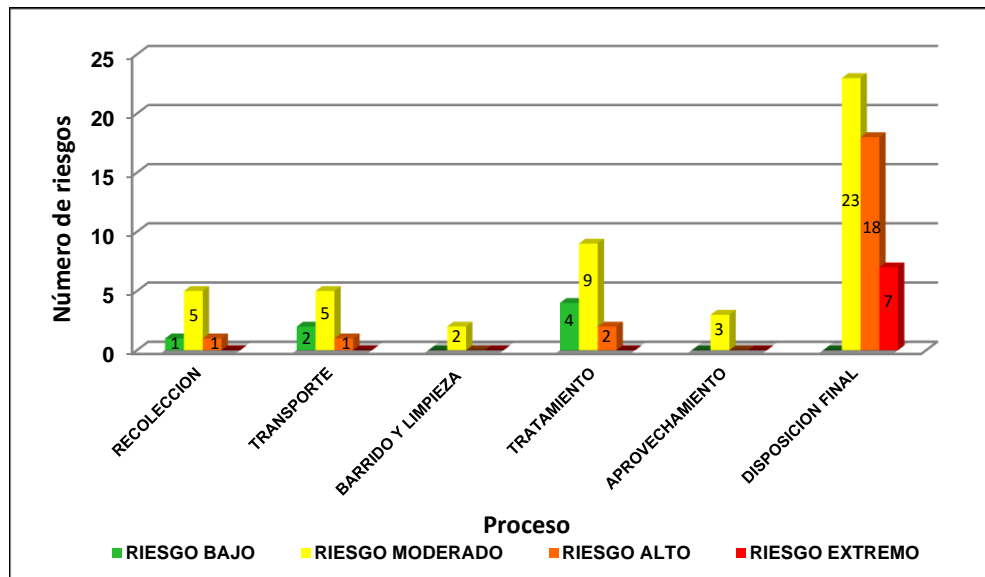


Fuente: Autores

El gráfico 13 detalla la valoración de los riesgos en cada uno de los procesos que hacen parte del PGIRS. El mayor número de riesgos valorados están inmersos en el proceso de disposición final, seguido por el de tratamiento.

Se destaca que los riesgos catalogados como **extremos (E)** sólo se identificaron en el proceso de disposición final. Mientras que los riesgos **altos (A)** se presentan en la mayoría de los procesos, excluyendo los procesos de barrido y limpieza y de aprovechamiento.

Gráfico 14. Valoración de los riesgos por proceso.



Fuente: Autores

Cuarto objetivo

El total de planes de acción o controles a los riesgos ambientales se pormenorizan en el anexo E. Como síntesis se puede expresar que se realizaron un total de 49 controles para los 29 *riesgos ambientales* catalogados como extremos (**E**) y altos (**A**) en todos los procesos analizados.

El cuadro 16 es un ejemplo de cómo se realizó la valoración de la efectividad de los controles a los riesgos ambientales inherentes en dos procesos del PGIRS del municipio de Piedecuesta. Como se expresó con anterioridad, se inició con la valoración del *riesgo inherente*, paso seguido se identificaron y analizaron los riesgos catalogados como extremos (**E**) y altos (**A**) y se definieron los controles que permitirían disminuir dichos riesgos.

Por último, se aplicó el protocolo de valoración del riesgo permitiendo determinar la efectividad del control y de esa manera obtener una valoración para el *riesgo residual* cuya meta es ser igual o inferior a un riesgo ambiental catalogado como moderado.

Cuadro 17. Ejemplo de matriz de valoración del riesgo para los procesos transporte y recolección.

Identificación del riesgo	Definición del riesgo	RIESGO INHERENTE			DESCRIP. CONTROL	CONTROLES			Qué modifica		(Efectividad) Calidad del control	RIESGO RESIDUAL		
		Probabilidad	Consecuencia	Nivel de riesgo		Preventivo	Detectivo	Correctivo	Probabilidad	Impacto		Probabilidad	Consecuencia	Nivel de riesgo
TRANSPORTE														
Derrame de lixiviados por los vehículos recolectores en la recolección.	El deterioro de los sellos en el vehículo recolector, permite que los lixiviados generados en la operación de recolección no sean contenidos en éste.	A	3	A	Revisión periódica del estado del sello del contenedor	X	X		X		Media	D	3	M
RECOLECCIÓN														
Derrame de lixiviados por los vehículos recolectores en el transporte.	El mal estado de los sellos y/o tanques ocasionan el derrame de los lixiviados sobre la vía pública.	A	3	A	Revisión periódica del estado del sello del contenedor	X	X		X		Media	D	3	M

En el cuadro 18 se muestra el consolidado del ejercicio de valoración de los riesgos inherentes y la aplicación de los controles para determinar el riesgo residual en cada uno de los procesos que presentaron un nivel de riesgo inherente alto o extremo. Se resalta, que de los 29 riesgos inherentes catalogados como **alto** o **extremo** en todos los procesos del PGIRS, una vez aplicado la metodología explicada en el párrafo anterior se disminuyó a 25 riesgos catalogados como **bajo**, 23 como **moderado** y solamente uno (1) como **alto**, desapareciendo el riesgo catalogado como **extremo**. Para lograr este cambio en la calificación del riesgo, fue necesario la implementación de 49 controles (ver anexo E).

Cuadro 18. Consolidado de la valoración de los riesgos altos y extremos para cada uno de los procesos.

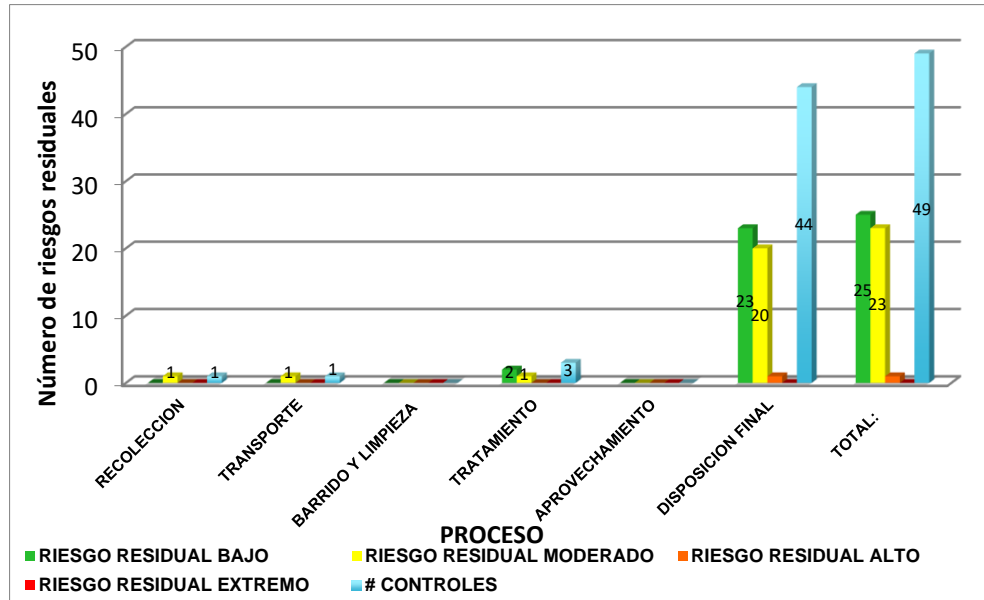
PROCESO	RIESGO INHERENTE		RIESGO RESIDUAL				# CONTROLES
	ALTO	EXTREMO	BAJO	MODERADO	ALTO	EXTREMO	
Recolección	1	0	0	1	0	0	1
Transporte	1	0	0	1	0	0	1
Barrido y limpieza	0	0	0	0	0	0	0
Tratamiento	2	0	2	1	0	0	3
Aprovechamiento	0	0	0	0	0	0	0
Disposición final	18	7	23	20	1	0	44
TOTAL:	22	7	25	23	1	0	49

Fuente: Autores

En el Gráfico 14 se muestra el consolidado de los riesgos residuales en cada proceso. Siendo el proceso de disposición final el que tiene una mayor relevancia e impacto sobre el PGIRS.

Como resultado de esta etapa se puede decir que 13 controles que corresponde a un 27% lograron disminuir en uno (1) el nivel de riesgo pasando de un riesgo inherente alto a uno residual moderado, siendo una efectividad media. Un solo control que corresponde a un 2% pasó de un riesgo inherente extremo a uno residual alto, siendo la efectividad baja. El resto de los controles 35 en total (el 71% aprox.) su efectividad fue alta al pasar de un riesgo inherente extremo a un riesgo residual moderado o bajo; o al pasar de un riesgo inherente alto a un riesgo residual bajo.

Gráfico 15. Consolidado de los riesgos residuales en cada proceso.



Fuente: Autores

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El PGIRS del Área Metropolitana de Bucaramanga data del año 2004, fue elaborado para cumplir con la norma legal vigente en su momento (resolución 1045 de 2003 del MAVDT). En el presente trabajo se realizó un análisis de brechas para identificar el cumplimiento de los requisitos legales vigentes. El diagnóstico ambiental arrojó como resultado que el PGIRS incumple totalmente la normativa en un 24% de las variables y un 30% de las variables cumplen parcialmente. Esto indica que el 54% de las variables tiene al menos una inconsistencia con relación a la norma legal, poniendo en entre dicho la idoneidad del plan.

Ahora bien, la Administración Municipal de Piedecuesta gestionó la actualización del PGIRS del municipio el cual fue desarrollado entre los años 2013 y 2014, pero debido a circunstancias políticas dicha actualización no fue legalizada y por tanto no fue implementada por las instancias municipales correspondientes.

Volviendo al análisis de brechas, se resalta el hecho que el 50% de las variables que incumplen corresponden al proceso de disposición final, el otro 50% está relacionada con el proceso de aprovechamiento y con el sistema de gestión ambiental específico del Municipio y de la E.S.P. municipal de aseo.

De las variables que incumplen la normatividad se destacan por su mayor impacto negativo sobre el ambiente las que se enuncian a continuación:

1. Se conoce el nivel de afectación del sitio de disposición final sobre las fuentes de aguas cercanas
2. Descripción del manejo de gases, incluyendo la disponibilidad y descripción de equipos de medición y tratamiento de gases
3. Descripción de las actividades realizadas para el control de taludes estabilidad de los suelos indicando taludes, pendientes, etc.

Además de las variables presentes en el ítem 5.3 y 5.4.5 de la resolución 1045 de 2003 del MAVDT, se realizó un análisis de todas las posibles variables involucradas en cada uno de los procesos de un PGIRS, las cuales fueron analizadas bajo el enfoque de la gestión del riesgo. El total de variables determinadas y analizadas fueron 83, que están tabuladas por proceso en el Cuadro 14. Este número fue el resultado del cruce de información entre la experiencia de trabajo de los autores y de los expertos consultados.

De estos 83 riesgos ambientales definidos y valorados, 29 de ellos se clasificaron como extremos (7) y altos (22). Se escogieron estos riesgos debido a que ellos necesitan de una acción y/o control inmediato o a corto plazo definido por la alta dirección para disminuir su impacto negativo sobre el ambiente o para cumplir la

normatividad vigente (ver cuadro 7), dado que los efectos generados por estas variables de riesgo pueden afectar las finanzas y/o la relación con los *Stakeholder*.

Es importante destacar que, la clasificación de los riesgos para el presente trabajo se realizó utilizando un método de valoración cualitativo que jerarquiza los riesgos de manera ascendente en cuatro niveles (Bajo, Moderado, Alto y Extremo) según la escala de calificación del riesgo, ver cuadro 7. Si bien, todos los niveles impactan negativamente al ambiente desde una escala ligera hasta una catastrófica, algunas incluso pueden afectar la continuidad del negocio. Por lo anterior, se decidió dar manejo a los riesgos catalogados como altos y extremos debido a que son ellos los que afectan en mayor proporción el ambiente, la sociedad y los recursos financieros de la E.S.P. y como responsable directo a la Administración Municipal.

Como se evidenció en el Cuadro 17, el 82% de los riesgos ambientales valorados como “A” y el 100% de los valorados como “E” fueron identificados en el proceso de Disposición Final. Este proceso presentó una alta concentración de riesgos “E” y “A” debido a posibles factores como:

- Demora en la cobertura inmediata de la celda de disposición.
- Manejo inadecuado en la operación del proceso en lo referente a control de lixiviados, gases y vectores.
- Inadecuada operación del sitio de disposición durante los primeros años de funcionamiento.
- Conflicto de uso del suelo con la actividad aeronáutica debido a la cercanía al cono de aproximación de la pista del aeropuerto Palonegro.
- Conflicto de uso del suelo con la actividad urbana ante la cercanía de asentamientos humanos urbanos.
- Conflicto de uso del suelo por la cercanía a cuerpos de aguas superficiales y subterráneos.
- Ubicación del sitio de disposición en una zona catalogada como de alta sismicidad.
- Descuido en el monitoreo de las estructuras (taludes) del sitio de disposición.
- Deficiencias en la planificación de la vida útil del sitio de disposición y en la selección del nuevo sitio de disposición.

Algunos de los factores listados en el párrafo anterior han disminuido su valoración de riesgo inherente por la ejecución de controles correctivos como:

- Puesta en funcionamiento de la planta para el tratamiento del biogás producido (2014).
- Puesta en funcionamiento de la planta de tratamiento de lixiviados por el método de ósmosis inversa (2016).
- Control de acceso a personas dedicadas al reciclaje al sitio de operación del proceso (2006).

- Mejora en los tiempos de cobertura de las celdas (2012).

Las continuas demandas de carácter social y ambiental, han exigido el cierre inmediato del sitio de disposición final debido al incumplimiento legal y, además, los conflictos generados con las comunidades vecinas han conducido a que se busquen alternativas para el sitio de disposición de los RSU para los municipios que actualmente utilizan el Carrasco.

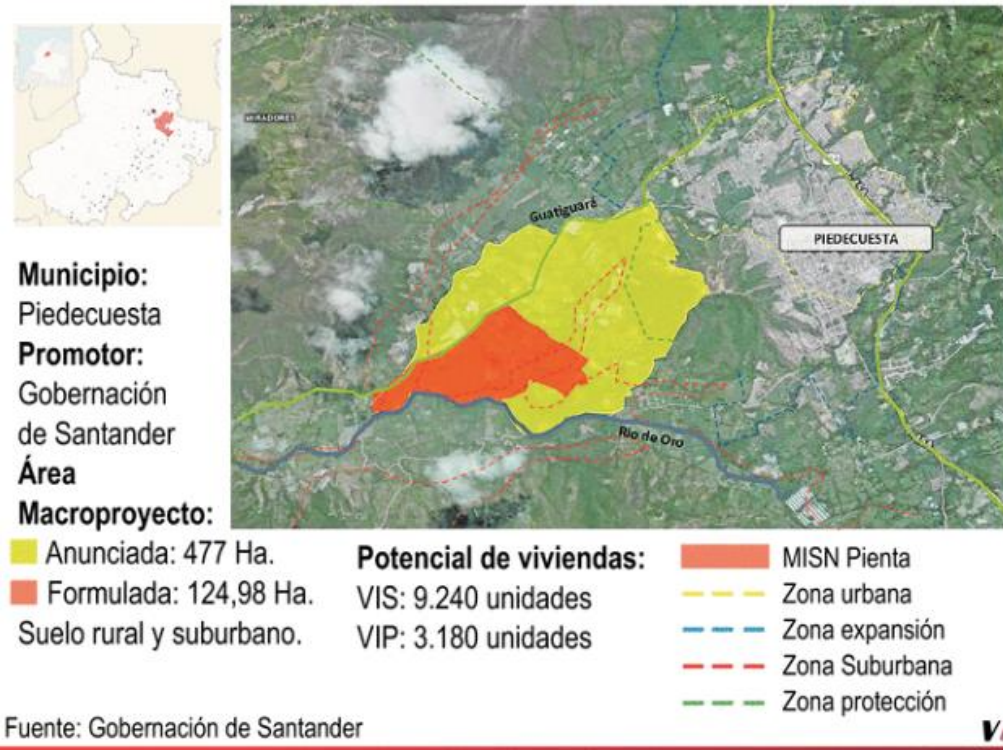
En el afán de tratar de resolver la problemática de los residuos sólidos, la autoridad ambiental - el AMB, generó el decreto No. 096 del 5 de junio 2013 encaminado a la reducción en la fuente de un 20% de los residuos sólidos urbanos que no fue una medida efectiva, pero de alguna manera ha contribuido a que disminuya la cantidad de residuos que llegan a este sitio de disposición. Esto ha permitido generar más fuentes de empleo para las personas que antes se dedicaban a esta labor en el sitio de disposición final y ha fortalecido las cooperativas de recicladores.

Se han presentado varias alternativas para la sustitución de este sitio de disposición, de las cuales las más opcionadas han sido las de Monterredondo (municipio de Piedecuesta) y la de Chocó (municipio de Girón). Estas dos alternativas han tenido el rechazo contundente de las comunidades vecinas por lo que implica tener un sitio de disposición de RSU en su cercanía, al tener como referente el manejo dado a la operación del Carrasco.

Al caso de Monterredondo se suma el hecho que la Administración Departamental ha definido que la expansión urbana del área metropolitana de Bucaramanga se realice precisamente en el área dónde se ejecutaría el sitio de disposición final. A este proyecto de expansión urbanística se le conoce como Macro proyecto “Pienta”, en el cual se plantea la construcción de 12.420 soluciones de vivienda en 125 hectáreas de terreno para vivienda de interés social y de interés prioritario.⁴⁹

⁴⁹ <http://www.minvivienda.gov.co/sala-de-prensa/noticias/2014/noviembre/minvivienda-adopto-macroproyecto-de-12420-viviendas-en-piedecuesta-santander>

Gráfico 16. Ubicación del Macro proyecto Pienta – municipio de Piedecuesta.



Fuente: Vanguardia Liberal, mayo 24 de 2015.

Otro factor en contra de estas alternativas es la cercanía a cuerpos de aguas superficiales (“Río de Oro” para Monterredondo, “quebrada Los Montes” para Chocóa) y subterráneas.

Gráfico 17. Ubicación de la alternativa para el sitio de disposición final en la Vereda Chocoa – municipio de Girón.



Fuente: Vanguardia Liberal, octubre 9 de 2014.

Además, las administraciones locales de los municipios de Piedecuesta y Girón, han manifestado públicamente su intención de evitar que el municipio que representa, albergue el sitio de disposición final de la región, escudados en decisiones judiciales como la del Tribunal Administrativo de Santander que en fallo de segunda instancia de la acción popular 2010-21-01 amparó a los actores populares y a la comunidad de la vereda Chocoa protegiendo sus derechos colectivos al goce de un ambiente sano, al medio ambiente, a la moralidad administrativa, entre otros.

Para terminar el análisis de las posibles alternativas al sitio de disposición, está la variable sobre el riesgo aviar. La ubicación de las dos alternativas no ha tenido en cuenta este riesgo, favorecido por variables geomorfológicas, climatológicas y de uso del suelo que generan condiciones adecuadas para el desplazamiento y concentración de los gallinazos precisamente en el área del cono de aproximación al aeropuerto Palonegro y del *Loop* de seguridad del mismo. En el caso del Carrasco la Aerocivil (2010) ha presentado en el documento “Control y prevención del peligro aviar” estadísticas de incidentes reportados (ver cuadro 19).

Cuadro 19. Incidentes reportados en aeronaves, en aproximación o despegue del aeropuerto Palonegro.

INCIDENTES REPORTADOS	
AÑO	# DE INCIDENTES
2000	1
2001	2
2002	0
2003	1
2004	0
2005	0
2006	1
2007	0
2008	2
2009	2
2010	8

Fuente: Aerocivil 2010.

De acuerdo a la CDMB, durante la reunión del Comité Aviario realizada en noviembre de 2013, 11 incidentes fueron catalogados como eventos graves durante lo transcurrido de ese año. Esto confirma el riesgo extremo al que se someten las aeronaves en la operación aérea diaria del aeropuerto Palonegro.

Dada la calificación del riesgo Extremo (E) o Alto (A), se hace necesario generar controles que pueden enfocarse en la disminución de la probabilidad o en la disminución del impacto o en algunos casos ambos aspectos. Es por la anterior, que en ciertas oportunidades se hace necesario diseñar varios controles para mitigar las acciones que generan estos tipos de riesgos.

En el cuadro 20 se ejemplifica toda la trazabilidad desde la valoración del riesgo hasta la efectividad de los controles diseñados para el riesgo “*Incidentes o accidentes relacionados con el vertimiento de lixiviados sobre fuentes de agua (superficiales y subterráneas) y el suelo*” que pertenece al proceso disposición final. En la matriz del Cuadro 19 se presenta que el riesgo inherente fue catalogado como extremo (E), para este riesgo se diseñaron cuatro (4) controles de los cuales dos (2) de ellos fueron de tipo preventivo y correctivo que disminuye la probabilidad y el impacto simultáneamente. La efectividad de los controles fue alta y por tal motivo la clasificación del riesgo (inherente) disminuyó en tres (3) categorías logrando un nivel bajo (B) para el riesgo residual.

Cuadro 20. Matriz de valoración del riesgo con cuatro controles para un solo riesgo.

Identificación del riesgo	Definición del riesgo	RIESGO INHERENTE			DESCRIP. CONTROL	CONTROLES			Qué modifica (efectividad)		RIESGO RESIDUAL			
		Probabilidad	Consecuencia	Nivel de riesgo		Preventivo	Detectivo	Correctivo	Probabilidad	Impacto	Calidad del control	Probabilidad	Consecuencia	Nivel de riesgo
Incidentes o accidentes relacionados con el vertimiento de lixiviados sobre fuentes de agua (superficiales y subterráneas) y el suelo	Vertimiento de lixiviados sobre los suelos y migración de estos a fuentes hídricas.	B	4	E	Control a las emisiones líquidas y a su infraestructura hidráulica	X		X	X	X	Alta	E	1	B
					Puesta en funcionamiento de una planta de tratamiento de lixiviados basado en un técnico - económico.	X		X	X	X	Alta	E	1	B
					Monitorear y caracterizar las fuentes hídricas y el suelo en sitios de influencia del proceso	X	X			X	Media	B	2	M
					Monitorear y detectar pérdidas en la producción de lixiviados y gases.	X	X			X	Media	B	2	M

Fuente: Autores

Los otros dos controles fueron catalogados como preventivo y detectivo simultáneamente, modificando solo el impacto. Al evaluar la efectividad de estos controles se catalogó como media, disminuyendo el riesgo (inherente) en un nivel a moderado (M). En algunos casos, la efectividad de los controles realizados a los riesgos permite disminuir hasta en tres categorías su nivel de riesgo pasando de un nivel (E) a uno (B), pero la gran mayoría disminuyó dos niveles pasando a un nivel de riesgo (M).

Para finalizar, al analizar los controles que se generaron para disminuir el nivel de valoración de los riesgos se evidenció que muchos de ellos hacen parte de la planificación y puesta en operación del sitio de disposición final y que deberían estar inmersos en el PGIRS metropolitano como lo exige la normatividad. Este análisis se centra en este proceso por ser el que mayor impacta a los factores: ambiental, social y financiero.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan las conclusiones producto de la realización del presente trabajo de grado.

8.1 CONCLUSIONES

Al determinar las características ambientales susceptibles de ser medidas estipuladas en el ítem 5.3 y 5.4.5 de la resolución 1045 de 2003 del MAVDT (metodología para la elaboración del PGIRS) y en el decreto 1713 de 2002 del MAVDT (sobre el servicio público de aseo en Colombia), se llevó a cabo un análisis de brecha con relación al PGIRS del municipio de Piedecuesta hallando un incumplimiento total del 24% y un cumplimiento parcial del 30%.

Con base en la NTC-ISO 31000:2009, se adaptó una escala para la determinación cualitativa tanto de la posibilidad (probabilidad) como de la consecuencia (impacto), ambas con seis (6) niveles. El nivel de riesgo tuvo una escala de cuatro (4) términos que se debe entender de la siguiente manera: E: Extremo, A: Alto, M: Moderado y B: Bajo. Las claves para tratamiento de riesgo se establecieron en una escala de tres (3) descriptores: **rojo**, **amarillo** y **verde**, asociada al nivel de atención de la dirección o del propietario del riesgo que se recomienda o, a la escala de tiempo de respuesta requerida.

En total se valoraron 83 variables (riesgos) distribuidas en seis (6) procesos, de ellas 29 se catalogaron como riesgo extremo (E) o Alto (A), siendo el proceso de disposición final el que mayor incidencia tuvo en estos tipos de riesgo con un total de 25.

Se definieron 49 controles para los 29 riesgos inherentes valorados como (E) y (A), dichos controles permitieron disminuir el nivel de riesgo en al menos una categoría. El 96,6% de los riesgos inherentes evaluados disminuyeron entre dos y tres categorías.

La no aplicación del enfoque de riesgos en la elaboración de los PGIRS, como en el caso del municipio de Piedecuesta genera que se presenten impactos negativos sobre el ambiente e incidentes en la operación de los procesos, conducentes a problemáticas ambientales, sociales, operativas, legales y financieras. Como es de conocimiento público en la región.

Para el año 2015, se estaba disponiendo en el Carrasco entre 700 y 1100 ton/día de residuos, lo anterior conduce a que se está saturando el sitio de disposición final debido a la falta de implementación de estrategias o programas como las 3Rs (reducción en la fuente, reutilización y reciclaje); lo anterior, producto de la ausencia de una política pública clara y efectiva en la que participen todos los órganos y entidades de control que tengan injerencia en esta actividad.

El sitio de disposición actual presenta múltiples problemas como la contaminación de fuentes de aguas superficiales y subterráneas, emisión de gases y malos olores, contaminación del suelo, sobrecarga en los taludes, producto del manejo inadecuado desde el inicio de la operación debido a que en ese tiempo se manejó como botadero a cielo abierto. Siendo esta, una de las causas principales de inconformidad social de las comunidades vecinas.

La administración del sitio de disposición final colocó recientemente en funcionamiento una planta para la quema del biogás, la cual había dejado de funcionar desde el 2013 y otra para el tratamiento de los lixiviados empleando el método de osmosis inversa. Con esto se reduce en alto grado el impacto ambiental negativo generado por el metano como gas efecto invernadero, los malos olores que incomodan a los residentes de los alrededores y por los lixiviados que contaminan el suelo y los cuerpos de agua vecinos a este sitio.

Desde el AMB, se generó el decreto No. 096 del 5 de junio 2013 encaminada a la reducción en la fuente en un 20% de los residuos sólidos urbanos que no fue efectiva, pero de alguna manera ha contribuido a que disminuya la cantidad de residuos que llegan a este sitio de disposición. Esto ha permitido generar más fuentes de empleo para las personas que antes se dedicaban a esta labor en el sitio de disposición final y ha fortalecido las cooperativas de recicladores.

El proceso de disposición final fue el que generó el mayor número de riesgos evaluados; siendo en la actualidad el que presenta la mayor cantidad de inconvenientes debido a que no han tenido en cuenta el enfoque de riesgos en la operación.

8.2 RECOMENDACIONES

Generar una política pública clara y eficiente para el manejo de los RSU que permita la *reducción* en la fuente, el *reuso* y el *reciclaje* de los materiales.

Actualizar el PGIRS del municipio de Piedecuesta bajo un enfoque sistémico que involucre los riesgos y la viabilidad financiera.

Realizar periódicamente una valoración de los riesgos y controles de acuerdo a la dinámica propia del PGIRS.

Fortalecer las campañas y estrategias para un buen manejo de los RSU, que evite la llegada masiva al sitio de disposición de residuos que tienen un valor económico y que podrían incentivar el empleo de personas dedicadas al reciclaje.

Operar el sitio de disposición con controles permanentes, eficientes y eficaces que permitan una disposición de los RSU de una manera técnica y sostenible desde el punto de vista ambiental, social y financiero.

Asegurar que el sitio de disposición final que reemplace al Carrasco cumpla con toda la reglamentación legal vigente, teniendo presente la cercanía a las aerorutas.

Garantizar que la operación del sistema tenga en cuenta la Responsabilidad Social como medio de enlace con la comunidad, para evitar circunstancias adversas como las que han ocurrido con la gestión de los RSU en el área metropolitana de Bucaramanga.

Diseñar el plan de tratamiento de los riesgos ambientales basado en las propuestas de mejoras definidas en el anexo E.

Realizar estudios similares con enfoque en los riesgos financieros, legales, de seguridad de la información, seguridad y salud ocupacional y de responsabilidad social empresarial, entre otros.

Se hace necesario que los actuales profesionales tengan conocimiento de la gestión del riesgo, y en especial, el riesgo ambiental. Esto se puede lograr a través del diseño y oferta de asignaturas electivas con este enfoque en los diferentes programas académicos de la Universidad.

9. INCONVENIENTES

A continuación, se lista una serie de dificultades y/o inconvenientes presentados a los autores en el desarrollo de esta investigación:

1. La consecución del documento oficial del PGIRS del municipio de Piedecuesta: Se enviaron cartas al señor Alcalde del municipio y a la señora Secretaria de Planeación solicitando este documento, no fue posible conseguirlo con ellos, por lo que se gestionó con un profesional externo para obtener el documento oficial.
2. Documento de la actualización del PGIRS: Se enviaron cartas al Señor Alcalde para que se autorizara realizar reuniones con el equipo asesor encargado de realizar las modificaciones y actualizaciones al PGIRS. Tanto la autorización como la realización de las reuniones fueron demoradas y en algunos casos aplazadas.
3. Cambio de director del proyecto: Dado los inconvenientes presentados con el director asignado en primera instancia, la dirección de la maestría decidió cambiar al director, pero este reemplazo tardó casi un semestre en realizarse.
4. Ubicación de asignatura: El plan de estudios de la Maestría en Calidad y Gestión Integral ubica la asignatura de Gestión del Riesgo en el último semestre académico, asignatura clave para la realización del proyecto, por tanto, el avance en la investigación se supeditó en parte a cursar esta asignatura y a la falta de dirección en ese momento.
5. Estudio de cienciometría: La realización de este estudio tardó, debido a que se necesitaba la valiosa ayuda de la persona experta en la Universidad y el software para el análisis de los resultados.
6. Visitas de campo: Se presentaron retrasos en la realización de las visitas de campo a los diferentes procesos que hacen parte del manejo de los RS, especialmente el de disposición final, debido al trámite de los permisos para ingresar a las instalaciones del carrasco.
7. Profesionales expertos: La búsqueda de personal profesional con estas características, manejo de RS y con conocimiento en riesgos, fue compleja especialmente el experto en la parte aeronáutica. Una vez localizados y comprometidos se presentaron retrasos en la realización de las entrevistas con cada uno de ellos y el diligenciamiento de la encuesta, debido a la disponibilidad de tiempo para la atención.

BIBLIOGRAFÍA

ARDILA R., Euclides. 91% de la basura que llega a El Carrasco generaría ganancias. En: Vanguardia Liberal. Bucaramanga 25, marzo, 2012. [citado 2012-11-18]. Disponible desde internet: <<http://www.vanguardia.com/santander/bucaramanga/149486-91-de-la-basura-que-llega-a-el-carrasco-generaria-ganancias>>

------. Gironeses cuestionan visita técnica hoy al lote de Chocóa. En: Vanguardia Liberal. Bucaramanga 04, marzo, 2012. [citado 2012-11-18]. Disponible desde internet: <<http://m.vanguardia.com/santander/bucaramanga/146372-gironeses-cuestionan-visita-tecnica-hoy-al-lote-de-chocoa>>.

------. Hoy definen tecnología para el manejo de residuos sólidos. En: Vanguardia Liberal. Bucaramanga 16, noviembre, 2012. [citado 2012-11-18]. Disponible desde internet: <<http://m.vanguardia.com/santander/bucaramanga/183425-hoy-definen-tecnologia-para-el-manejo-de-residuos-solidos>>.

BANCO MUNDIAL. Datos [en línea]. Washington, D. C.: El Banco, 2012. [citado 2012-11-27]. Disponible en internet: <<http://datos.bancomundial.org/>>.

BUSTOS A., EDGAR OMAR. Advierten protestas pacíficas por licencia al relleno sanitario. En: Vanguardia Liberal. Bucaramanga 24, enero, 2010. [citado 2012-11-18]. Disponible desde internet: <<http://www.vanguardia.com/historico/51609-advierten-protestas-pacificas-por-licencia-al-relleno-sanitario>>.

COLOMBIA. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. BOLETÍN Censo General 2005. Perfil Piedecuesta – Santander. 14/09/2010. 6 p.

------. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Consejo Nacional de Política Económica y Social – CONPES 3530. Lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de residuos sólidos. Bogotá D. C.: El Departamento, 2008. 45 p.

------. ------. Plan Nacional de Desarrollo. VI. Sostenibilidad ambiental y prevención del riesgo. Bogotá D. C.: El Departamento, 2010. 46 p.

------. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 1713 (02, agosto, 2002). Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Bogotá D. C.: El Ministerio, 2002. 26 p.

------. Resolución 1045 (23, septiembre, 2003). Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones. Bogotá, D. C.: El Ministerio, 2003. 23p.

------. SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS. Situación de la disposición final de residuos sólidos en Colombia [en línea]. Bogotá, 2009. 83 p. [citado 2012-09-20]. Disponible en internet: <http://www.superservicios.gov.co/c/document_library/get_file?p_l_id=25030&folderId=25192&name=DLFE-8354.pdf>.

------. Situación de la disposición final de residuos sólidos en Colombia – Diagnóstico 2011. Bogotá: La Superintendencia, 2011.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL PARA LA DEFENSA DE LA MESETA DE BUCARAMANGA. Resolución 000024 (13, enero, 2010). Por la cual se adopta una decisión en un trámite de licencia ambiental para la construcción y operación de un Relleno Sanitario. Bucaramanga: La Corporación, 2010. 27 p.

------. Resolución 0001328 (10 de noviembre de 2010). Por medio de la cual se ordena el cierre definitivo de la celda transitoria de disposición final ubicada en la cárcava uno del sitio denomina El Carrasco. Bucaramanga: La Corporación. Bucaramanga: La Corporación, 2010. 9 p.

------. Resolución 0017 (12, enero, 2011). Por la cual se otorga licencia ambiental a la empresa ENTORNO VERDE S.A.S. E.S.P., para la construcción y operación de un relleno sanitario denominado Parque Chocó en jurisdicción del municipio de Girón – Santander. Bucaramanga: La Corporación, 2010.

COSTA RICA. MINISTERIO DE SALUD. Política Nacional para la Gestión Integral de residuos 2010-2021. 1ª. Ed. San José, Costa Rica: El Ministerio, 2010. 52 p.

CHÍO, Juan Carlos. “No dejaremos de protestar”: opositores al relleno en Chocó. En: Vanguardia Liberal. Bucaramanga 09, julio, 2011. [citado 2012-11-18]. Disponible en internet: <<http://www.vanguardia.com/historico/111983-no-dejaremos-de-protestar-opositores-al-relleno-en-chocoo>>.

ESPINOSA LI. María del Carmen, et al. Caracterización de los residuos sólidos urbanos en Ciudad de La Habana, un aporte a la solución de un problema medioambiental. En: Revista CENIC Ciencias Biológicas. 2005, vol. 36, No. Especial.

GUZMÁN Ch. Mauricio y MACÍAS M. Carmen H. El manejo de los residuos sólidos municipales: un enfoque antropológico. El caso de San Luis Potosí, México. En: Estudios sociales, Revista de Investigaciones Científicas. Enero, 2012, vol. 20, No. 39, p. 235–261.

HERNÁNDEZ SAMPIERI; Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO. Pilar. Metodología de la investigación. 5ª. ed. México: McGraw-Hill, 2010. p. 149-154.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Guía para la ejecución de la revisión ambiental inicial (RAI) y del análisis de diferencias (GAP ANALYSIS), como parte de la implementación y mejora de un sistema de gestión ambiental. GTC 93. Bogotá D. C.: El Instituto, 2007. 23 p.

----- . Gestión del Riesgo. Principios y Directrices NTC-ISO 31000. Bogotá D. C.: El Instituto, 2011. 29 p.

----- . Sistema de Gestión Ambiental. Requisitos con orientación para su uso NTC-ISO 14001. Bogotá D. C.: El Instituto, 2004. 39 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF STANDARIZATION. ISO 14000 – Environmental Management [en línea]. Ginebra (Suiza): ISO [Citado 2012-11-28]. Disponible en internet: <http://www.iso.org/iso/home/standards/management-standards/iso14000.htm>

----- . Sistema de Gestión Ambiental – Directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo. Norma Internacional ISO 14004 (traducción certificada). Geneve (Suiza): ISO, 2004. 52 p.

JARAMILLO H., Gladys y ZAPATA M., Liliana M. Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia. Monografía Especialista en Gestión Ambiental. Medellín: Universidad de Antioquia. Facultad de Ingeniería. Posgrados en Ambiental. 2008. 116 p.

LÓPEZ GARRIDO, Jaime; VIDAL, Francisco y PEREIRA MARTÍNEZ, José. Basura urbana. Recogida, eliminación y reciclaje. Barcelona: Editores Técnicos Asociados, 1975. 294 p.

MAGUTU, Peterson O. *et al.* Formulation and Implementation of Operation Strategies Used in Solid Waste Management: Case Study of City Council of Nairobi. En: Journal of African Research in Business & Technology. 2010, vol. 2010. 21 p.

MARMOLEJO, Luis F. *et al.* Cuantificación y caracterización local: una herramienta básica para la gestión integral de los residuos sólidos residenciales. En: Ingeniería e Investigación. Agosto, 2010, vol. 30, No. 2. p. 96-104

MURAD, Wahid y SIWAR, Chamhuri. Factors Influencing Environmental Behavior Of The Urban Poor Concerning Solid Waste Management. En: J. Environmental Systems. 2005, vol. 31, No. 3, p. 257-277.

NAZ, Antonia C. y NAZ Mario T. Ecological Solid Waste Management in Suburban Municipalities. User Fees in Tuba, Philippines. En: ASEAN Economic Bulletin. 2008, vol. 25, No. 1, p 70-84.

OGUNRINOLA, Oluranti y ADEPEGBA, Omosalewa. Health and Economic Implications of Waste Dumpsites in Cities: The Case of Lagos, Nigeria. En: International Journal of Economics and Finance. April, 2012, vol. 4, No. 4. p. 239-251

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Evaluación Regional de los Servicios de Manejo de Residuos Sólidos Municipales. Informe analítico de Colombia – Evaluación 2002 [en línea]. 67 p. <http://new.paho.org/col/index.php?option=com_content&view=article&id=253:evaluacion-regional-de-los-servicios-de-manejo-de-residuos-solidos-municipales&catid=681&Itemid=361 [citado en 2012-11-28].

PICHARDO P., Ignacio. Responsabilidades municipales en materia ambiental. En: Convergencia. Enero-abril, 2009, vol. 16, No. 49, p. 291-308.

TCHOBANOGLIOUS, George; THEISEN, Hilary y VIGIL, Samuel. Gestión Integral de Residuos Sólidos. Madrid: McGraw Hill, 1994.

VÁZQUEZ NAVARRETE, Ma. Luisa *et al.* Introducción a las técnicas cualitativas de investigación aplicadas en salud. Cali: Universidad del Valle, 2011. pp. 35-39.

YACUZZI, Enrique. El estudio de caso como metodología de investigación: teoría, mecanismos causales, validación [en línea]. Buenos Aires: Universidad de CEMA, 2005. 37 p. (Serie documentos de trabajo; no. 296) [citado el 2012-09-28].

YIN, Haitao y SCHMEIDLER, Peter J. Does ISO 14001 Certification Enhance Environmental Performance? - Conditions under which Environmental Performance Improvement Occurs [en línea]. Philadelphia, PA: Risk Management and Decision Processes Center. The Wharton School, University of Pennsylvania. [citado el 2016-04-23]. Disponible en internet: http://opim.wharton.upenn.edu/risk/library/WP2007-07_ISO-Cert.pdf

ANEXOS