



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



IDEA

Instituto de Estudios Ambientales

Contrato interadministrativo N° 435 de 2016 suscrito
entre MADS, MSPS y el IDEA de la Universidad
Nacional de Colombia

Producto N° 3 Análisis y evaluación general

Octubre de 2016

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	13
2. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL Y DE SALUD ASOCIADA A LA GESTIÓN DE RESIDUOS	14
2.1. PROBLEMÁTICAS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS	15
2.2. PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES	21
2.3. PROBLEMÁTICAS EN SALUD	26
3. PRIORIZACIÓN DE PROBLEMÁTICAS	37
3.1. Metodología de priorización	37
3.2. Resultados de la priorización de problemáticas	40
3.2.1. Análisis de las problemáticas de los residuos ordinarios	40
3.2.2. Análisis de las problemáticas en los residuos peligrosos	43
3.2.3. Análisis de las problemáticas en los residuos especiales	46
3.2.4. Análisis de las problemáticas de los residuos posconsumo.....	49
3.2.5. Análisis de las problemáticas en general.....	52
4. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS.....	55
4.1. Residuos Sólidos Urbanos.....	55
4.1.1. Recolección y transporte	56
4.1.2. Barrido y limpieza.....	57
4.1.3. Transporte de residuos de aprovechamiento fuera del esquema de servicio de aseo	57
4.1.4. Aprovechamiento	58
4.1.5. Disposición final	59
4.2. Residuos de Construcción y Demolición	60
4.2.1. Generación por ciudades	61
4.2.1.1. Bogotá	61
4.2.1.1. Cali	64
4.2.1.2. Medellín	65
4.2.2. Recolección y transporte	66
4.2.2.1. Pequeños generadores	66
4.2.2.2. Medianos y grandes generadores	68
4.2.3. Aprovechamiento	69
4.2.3.1. Bogotá	69
4.2.3.1. Cali	69

4.2.3.1.	Medellín	70
4.2.4.	Disposición final	70
4.2.4.1.	Bogotá	70
4.2.4.1.	Cali	71
4.2.4.1.	Medellín	72
4.2.5.	Análisis del estado de la gestión de los RCD	72
4.3.	Residuos Posconsumo	74
4.3.1.	Generación	76
4.3.1.1.	Programas de posconsumo reglamentados	76
4.3.1.1.	Empaques y envases de bebidas	81
4.3.2.	Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo y Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental Aprovechamiento	82
4.3.1.	Recolección y transporte	83
4.3.1.	Almacenamiento	88
4.3.1.	Aprovechamiento y tratamiento	88
4.3.1.1.	Subgrupos de residuos posconsumo reglamentados	88
4.3.1.2.	Subgrupos de residuos posconsumo no reglamentados	94
4.3.1.	Disposición final	95
4.3.1.	Análisis del estado de la gestión de residuos posconsumo	96
4.4.	Residuos Peligrosos	98
4.4.1.	Problemáticas de gestión en la prevención y minimización de Respel	98
4.4.1.	Problemáticas de gestión en el manejo integral de Respel	106
5.	EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS	110
5.1.	Residuos Sólidos Urbanos	111
5.1.1.	Impactos sobre el agua	111
5.1.1.	Impactos sobre las geoformas, el paisaje y el suelo	112
5.1.1.	Impactos sobre el aire	113
5.1.1.	Impactos sobre la flora y fauna	114
5.1.1.	Impactos sobre las comunidades humanas	115
5.1.1.	Impactos sobre la infraestructura de servicios públicos	116
5.1.2.	Otros impactos sociales	117
5.2.	Residuos de Construcción y Demolición	118
5.2.1.	Impactos sobre el agua	118
5.2.2.	Impactos sobre las geoformas, el paisaje y el suelo	118
5.2.3.	Impactos sobre el aire	119
5.2.4.	Impactos sobre la flora y fauna	119

5.2.5.	Impactos sobre las comunidades humanas	119
5.2.1.	Impactos sobre la infraestructura de servicios públicos	120
5.2.1.	Otros impactos sociales	120
5.3.	Residuos Posconsumo	120
5.3.1.	Impactos sobre el agua	121
5.3.1.	Impactos sobre el suelo y el paisaje	121
5.3.1.	Impactos sobre el aire.....	122
5.3.1.	Impactos sobre la flora y fauna	122
5.3.1.	Impactos sobre las comunidades humanas	122
5.3.1.	Impactos sobre la infraestructura de servicios públicos	123
5.3.1.	Otros impactos sociales.....	123
5.4.	Residuos Peligrosos.....	124
5.4.1.	Impactos sobre el agua	124
5.4.1.	Impactos sobre el suelo y el paisaje	124
5.4.1.	Impactos sobre el aire.....	124
5.4.1.	Impactos sobre la flora y fauna	125
5.4.1.	Impactos sobre las comunidades humanas	125
5.4.1.	Impactos sobre la infraestructura de servicios públicos	126
5.4.1.	Otros impactos sociales.....	126
6.	EVALUACIÓN DE LAS AFECTACIONES A LA SALUD EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS 127	
6.1.	Dominio global.....	127
6.1.1.	Dimensiones	127
6.1.2.	Determinantes estructurales	128
6.2.	Dominio particular	129
6.2.1.	Dimensiones.....	129
6.2.1.	Determinantes estructurales	130
6.2.2.	Procesos generativos	132
6.3.	Dominio singular.....	134
6.3.1.	Procesos generativos	134
6.3.1.	Expresiones de procesos productivos.....	136
7.	EVALUACIÓN DEL PAPEL DE LOS INSTRUMENTOS DE GESTIÓN EN EL CONTROL DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL Y SANITARIA	137
7.1.	Suficiencia normativa de la gestión.....	137
7.2.	Suficiencia técnica de la gestión	145
7.3.	Cronograma de implementación de acciones hacia la internalización de costos ambientales y a la salud en la gestión de residuos	152

8.	PRIORIZACIÓN DE SUBGRUPOS DE RESIDUOS	154
8.1.	CRITERIOS PARA LA PRIORIZACIÓN DE SUBGRUPOS DE RESIDUOS.....	155
8.1.1.	Criterio de peso de residuos generados	155
8.1.2.	Criterio de afectaciones a la salud.....	157
8.1.3.	Criterio de nivel de aprovechamiento o de recuperación	163
8.1.4.	Criterio de potencial de mercado.....	173
8.1.5.	Criterio de dificultades en la gestión.....	183
8.1.6.	Criterio de Evaluación Ambiental.....	185
8.1.6.1.	Análisis de los impactos.....	185
8.1.6.2.	Priorización de residuos por impacto ambiental	189
8.2.	SUBGRUPOS DE RESIDUOS PRIORIZADOS	192
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	196
10.	CONCLUSIONES	209
11.	ANEXOS.....	212

CONTENIDO DE TABLAS

<i>Tabla 1. Principales infecciones y enfermedades de tipo parasitario asociadas a grupos de residuos</i>	27
<i>Tabla 2. Principales subgrupos de residuos asociados a neoplasias</i>	28
<i>Tabla 3. Principales enfermedades del oído asociadas a subgrupos de residuos</i>	28
<i>Tabla 4. Principales enfermedades mentales asociadas a subgrupos de residuos</i>	29
<i>Tabla 5. Principales enfermedades sanguíneas y del sistema inmune asociadas a subgrupos de residuos</i>	30
<i>Tabla 6. Principales enfermedades de los ojos asociadas a subgrupos de residuos</i>	31
<i>Tabla 7. Principales enfermedades del sistema nervioso asociadas a subgrupos de residuos</i>	31
<i>Tabla 8. Principales enfermedades del sistema respiratorio asociadas a subgrupos de residuos</i>	32
<i>Tabla 9. Principales enfermedades del sistema digestivo asociadas a subgrupos de residuos</i>	33
<i>Tabla 10. Principales enfermedades de la piel y tejido subcutáneo asociadas a subgrupos de residuos</i>	33
<i>Tabla 11. Principales enfermedades del sistema musculo esquelético y tejidos conectivos asociadas a subgrupos de residuos</i>	34
<i>Tabla 12. Principales malformaciones congénitas asociadas a subgrupos de residuos</i>	34
<i>Tabla 13. Principales enfermedades lesiones, envenenamiento y otras causas externas asociadas a subgrupos de residuos</i>	34
<i>Tabla 14. Principales causas externas de morbi-mortalidad asociadas a subgrupos de residuos</i>	35
<i>Tabla 15. Ejemplo de matriz de adyacencia</i>	38
<i>Tabla 16. Criterio empleado para el grado de priorización</i>	39
<i>Tabla 17. Criterio de priorización aplicado al ejemplo</i>	39
<i>Tabla 18. Problemáticas asociadas a la gestión de los residuos ordinarios</i>	41
<i>Tabla 19. Resultados de la priorización para residuos ordinarios</i>	42
<i>Tabla 20. Problemáticas asociadas a la gestión de los residuos peligrosos</i>	44
<i>Tabla 21. Resultados de la priorización para residuos peligrosos</i>	45
<i>Tabla 22. Problemáticas asociadas a la gestión de los residuos especiales</i>	47
<i>Tabla 23. Resultados de la priorización para residuos especiales</i>	48
<i>Tabla 24. Problemáticas asociadas a la gestión de los residuos posconsumo</i>	50
<i>Tabla 25. Resultados de la priorización para residuos posconsumo</i>	51
<i>Tabla 26. Resultados de la priorización para los residuos en general</i>	53
<i>Tabla 27. Composición (%) de los RSU de Colombia y otros países</i>	56
<i>Tabla 28. RSU dispuesto y recuperados en Colombia. Porcentaje de recuperación a 2010</i>	58
<i>Tabla 29. Cantidades de residuos por tipo de generador</i>	61
<i>Tabla 30. Toneladas de RCD controladas</i>	62

<i>Tabla 31. Toneladas de RCD controladas en el sector privado y en el sector público.</i>	63
<i>Tabla 32. Caracterización Aproximada de los RCD en Bogotá</i>	63
<i>Tabla 33. Proyecciones de RCD para la ciudad de Medellín</i>	65
<i>Tabla 34. Impactos Ambientales generados por la disposición inadecuada de RCD</i>	74
<i>Tabla 35. Resoluciones de Programas Posconsumo</i>	75
<i>Tabla 36. Información sobre cantidades generadas contenidas dentro de la normatividad nacional.</i>	76
<i>Tabla 37. Metas de recolección de los Sistemas de Recolección Selectiva en Colombia</i>	78
<i>Tabla 38. Metas de cobertura mínima anual de la población de influencia para los Planes de Devolución de Productos Posconsumo de Plaguicidas</i>	78
<i>Tabla 39. Meta de cobertura de la población para el Plan de Devolución de Productos Posconsumo de Fármacos o Medicamentos Vencidos</i>	79
<i>Tabla 40. Meta de recolección para los Planes de Devolución de Productos Posconsumo de Plaguicidas de Uso Agrícola, Veterinario, Industrial y de Uso en Salud Pública</i>	79
<i>Tabla 41. Metas de recolección del Plan de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Baterías Plomo Ácido</i>	79
<i>Tabla 42. Cantidades totales de residuos posconsumo recolectados</i>	80
<i>Tabla 43. Unidades de Llantas Usadas y Baterías Usadas Plomo Ácido recolectadas por los programas posconsumo</i>	80
<i>Tabla 44. Características de los centros de acopio de acuerdo con la normatividad ambiental vigente</i>	84
<i>Tabla 45. Peso estimado de generación de residuos en Colombia</i>	130
<i>Tabla 46. Sustancias orgánicas en la composición típica de residuos</i>	132
<i>Tabla 47. Sustancias orgánicas en la composición típica de residuos</i>	133
<i>Tabla 48. Lista de plaguicidas que se consumen en Colombia</i>	134
<i>Tabla 49. Matriz de procesos críticos para priorizar la gestión en salud</i>	135
<i>Tabla 50. Clasificación normativa de los subgrupos de residuo analizados</i>	138
<i>Tabla 51. Análisis normativo del estado de la aplicación de instrumentos de gestión para la atención de las problemáticas</i>	141
<i>Tabla 52. Análisis técnico del estado de la aplicación de instrumentos de gestión para la atención de las problemáticas</i>	146
<i>Tabla 53. Grupos de residuos con implementación de instrumentos de gestión y etapas cobijadas.</i>	151
<i>Tabla 54. Cronograma de implementación de acciones hacia la internalización de los costos ambientales y de la salud</i>	152
<i>Tabla 55. Clasificación de grupos y subgrupos de residuos a priorizar</i>	154
<i>Tabla 56. Rangos de calificación para el criterio peso.</i>	156
<i>Tabla 57. Cantidad en peso de subgrupos de residuos considerados y su calificación como criterio</i>	157
<i>Tabla 58. Rangos de calificación de la afectación a la salud</i>	159

<i>Tabla 59. Descriptores de los niveles de carcinogenicidad empleados por IARC y EPA</i>	<i>159</i>
<i>Tabla 60. Factores de ponderación para los diferentes niveles de carcinogenicidad.....</i>	<i>161</i>
<i>Tabla 61. Índice de peligrosidad de los subgrupos de residuos</i>	<i>162</i>
<i>Tabla 62. Rangos de calificación de la afectación a la salud en función del IPi</i>	<i>162</i>
<i>Tabla 63. Calificación del criterio de Afectaciones a la Salud de acuerdo a la peligrosidad de los grupos de residuos</i>	<i>162</i>
<i>Tabla 64. Rangos de calificación del criterio de nivel de aprovechamiento</i>	<i>165</i>
<i>Tabla 65. Tecnologías de aprovechamiento de residuos hospitalarios</i>	<i>172</i>
<i>Tabla 66. Calificación del criterio de nivel de comercialización o recuperación para cada grupo de residuos.....</i>	<i>173</i>
<i>Tabla 67. Rangos de calificación del criterio de Potencial de Mercado.....</i>	<i>174</i>
<i>Tabla 68. Promedio precio de compra, precio de venta y margen operacional por Kg para grupos de RS seleccionados.....</i>	<i>181</i>
<i>Tabla 69. Precios nacionales de algunos grupos de residuos en la cadena de suministro, precios aproximados de 2010-2012, y margen operacional.....</i>	<i>182</i>
<i>Tabla 70. Calificación del criterio de nivel de comercialización o recuperación para cada grupo de residuos.....</i>	<i>182</i>
<i>Tabla 71. Rangos de calificación para el criterio Dificultad en la Gestión</i>	<i>183</i>
<i>Tabla 72. Calificación del criterio de Dificultades en la Gestión para cada subgrupo de residuos..</i>	<i>184</i>
<i>Tabla 73. Resumen de los impactos</i>	<i>185</i>
<i>Tabla 74. Matriz de priorización de corrientes, por impacto ambiental</i>	<i>190</i>
<i>Tabla 75. Resumen de la evaluación ambiental.....</i>	<i>190</i>
<i>Tabla 76. Caracterización de los resultados.....</i>	<i>191</i>
<i>Tabla 77. Rangos de calificación.....</i>	<i>191</i>
<i>Tabla 78. Resultado final de la evaluación.....</i>	<i>191</i>
<i>Tabla 79. Ponderación de los criterios técnicos para la jerarquización y ponderación de grupos de residuos.....</i>	<i>193</i>
<i>Tabla 80. Priorización institucional de los grupos de residuos analizados.</i>	<i>193</i>
<i>Tabla 81. Resultados de la jerarquización y priorización de los grupos de residuos</i>	<i>194</i>

CONTENIDO DE FIGURAS

<i>Figura 1. Comparativo entre Extracción y Consumo de Recursos Per Cápita. Fuente: Arrieta G, 2016</i>	14
<i>Figura 2. Métodos de tratamiento y eliminación de residuos sólidos utilizados a nivel mundial. Fuente: Banco Mundial 2012.</i>	19
<i>Figura 3. Diagrama de red del ejemplo. Fuente: presente estudio.</i>	39
<i>Figura 4. Red de problemáticas de los residuos ordinarios. Fuente: presente estudio.</i>	40
<i>Figura 5. Red de problemáticas de los residuos peligrosos. Fuente: presente estudio.</i>	44
<i>Figura 6. Red de problemáticas de los residuos especiales. Fuente: presente estudio.</i>	47
<i>Figura 7. Red de problemáticas de los residuos posconsumo. Fuente: presente estudio.</i>	50
<i>Figura 8. Red de problemáticas de los residuos en general. Fuente: presente estudio.</i>	53
<i>Figura 9. Distribución de generación de RSU en Colombia. Fuente: www.superservicios.gov.co</i>	56
<i>Figura 10. Sistemas de Disposición final de RSU en Colombia. Fuente: SSPD, 2013</i>	60
<i>Figura 11. Variación (%) de los Sistemas de disposición final de RSU en Colombia. Fuente: SSPD, 2010, 2011, 2013.</i>	60
<i>Figura 12. Disposición de escombros contaminados en el Relleno Sanitario Doña Juana. Fuente: SDA (2015).</i>	62
<i>Figura 13. Cantidad de RCD generados en ciudad de Cali. Fuente: Alcaldía de Santiago de Cali (2015).</i>	64
<i>Figura 14. Composición de los RCD en la ciudad de Santiago de Cali. Fuente: Alcaldía de Santiago de Cali (2015).</i>	65
<i>Figura 15. Transportadores inscritos en el aplicativo WEB. Fuente: UAESP (2015)</i>	68
<i>Figura 16. Disposición final de RCD en sitios autorizados de Bogotá. Fuente: UAESP (2015)</i>	71
<i>Figura 17. Esquema de la Gestión de Residuos Posconsumo. Fuente: Presente Estudio</i>	83
<i>Figura 18. Limitantes para la implementación de las actividades de prevención y minimización reportadas por las autoridades ambientales. Fuente: ASOCARS (2014).</i>	101
<i>Figura 19. Esquema del concepto de impacto ambiental. Fuente: Toro (2009)</i>	110
<i>Figura 20. Esquema del concepto de aspecto, efecto e impacto. Fuente: Toro (2009)</i>	111
<i>Figura 21. Distribución geográfica de la generación de residuos peligrosos. Colombia 2013. Fuente: Adaptado de IDEAM (2015)</i>	131
<i>Figura 22. Porcentaje de generación de residuos en Colombia. Fuente: Presente estudio</i>	156
<i>Figura 23. Canal y agentes de comercialización generales de los mercados de materiales reciclados. Fuente: Presente estudio a partir de MAVDT (2005).</i>	164
<i>Figura 24. Número de impactos identificados por componente. Fuente: Presente estudio.</i>	186
<i>Figura 25. Distribución relativa de los impactos por tipo de residuo. Fuente: presente estudio.</i>	188
<i>Figura 26. Distribución de los impactos por componente y tipo de residuo. Fuente: presente estudio.</i>	188

Figura 27. Diagrama de redes de residuos-impactos. Fuente: presente estudio. 192

Sigla	Significado
CIC	Capacidad de Intercambio Catiónico
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
NIMBY	Not in My Back Yard
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PAHS	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos
PCB	Bifenilos Policlorados
PCDD	Dioxinas
PCDF	Furanos
pH	Potencial de hidrogeniones
PVC	Policloruro de vinilo
RAEE	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos
RCD	Residuos de construcción y demolición
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
RESPEL	Residuo peligroso
SPAN	Sí, pero aquí no
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
VOC	Compuestos Orgánicos Volátiles
PHAH	Hidrocarburos Aromáticos Polihalogenados
PPC	Producción Per Cápita

1. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento del contrato interadministrativo 435 de 2016 suscrito entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), el Ministerio de Salud y Protección Social (MSPS) y el Instituto de Estudios Ambientales IDEA de la Universidad Nacional de Colombia, que tiene como objeto desarrollar un análisis y evaluación de la situación actual de la internalización de costos ambientales y de salud por la gestión de residuos en Colombia y proponer en forma participativa los instrumentos técnicos, los procedimientos y las metodologías para su implementación; se presenta el siguiente documento que hace referencia al producto 3 dirigido a elaborar un análisis y evaluación general del estado de la gestión de residuos en el país.

Los procedimientos y análisis desarrollados en esta etapa del estudio resultan fundamentales para delimitar las problemáticas ambientales y sanitarias que se relacionan con las deficiencias en la gestión de los residuos, con el fin de orientar la definición de los instrumentos económicos que permitirán sumar esfuerzos, usando las fuerzas del mercado, para mejorar los indicadores de los sistemas de gestión de residuos. En tal sentido, los ejercicios efectuados desde la interdisciplinariedad, atienden a la necesidad de identificación y definición de las principales problemáticas actuales de la gestión de residuos, la problemática ambiental y la problemática sanitaria como resultado de la primera; la identificación de las relaciones de causalidad entre éstas y su interpretación; la identificación y análisis del papel de los instrumentos de gestión de aplicación actual; a partir de los cuales se realiza la priorización de los grupos de residuos con mayor relevancia para la implementación de nuevas acciones de gestión.

El documento consta de ocho capítulos en los que se identifican y describen las problemáticas de gestión, ambientales y sanitarias en la segunda sección; se presenta la metodológica de priorización de las problemáticas y los resultados de esta priorización por grupos de residuos, en la tercera sección; en la cuarta se desarrolla el análisis e interpretación de los resultados de la priorización para cada grupo de residuos y para cada una de las etapas de gestión; en la quinta sección se realiza un análisis más detallado de las problemáticas ambientales en relación al estado de la gestión de cada uno de los grupos de residuos; en la sección sexta se examinan las problemáticas sanitarias a la luz de los problemas en la gestión; en el capítulo séptimo se relacionan los instrumentos de gestión para cada uno de los grupos de residuos y para cada una de las etapas de la gestión, evaluando su desempeño desde el punto de vista técnico y normativo; en el capítulo octavo se presentan, definen y califican los criterios técnicos para la priorización de los tres grupos de residuos; y por último se relacionan las referencias bibliográficas y los anexos del documento.

De esta forma, el objetivo fundamental de la etapa III se cumple a la vez que gracias a los análisis realizados por el equipo de trabajo y el apoyo del comité técnico de los ministerios, se logró la priorización de los grupos de residuos para los cuales se ahondará en la evaluación ambiental y sanitaria requerida para la formulación de los instrumentos económicos.

2. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL Y DE SALUD ASOCIADA A LA GESTIÓN DE RESIDUOS

El requerimiento de materias primas, para satisfacer la producción de bienes de consumo que demandan las sociedades humanas, se incrementa constantemente; en la medida que la población aumenta, las comunidades adquieren diferentes y crecientes hábitos de consumo, por lo que la necesidad del uso de estas materias primas es mayor (Tchobanoglous et al, 2002). En los años recientes se extraen y emplean alrededor del 50% más de recursos naturales que hace 30 años, lo que representa aproximadamente 60 mil millones de toneladas de materias primas al año; generando problemas físicos, bióticos, sociales, económicos y culturales (Behrens et al, 2007; SERI et al, 2009). El estudio realizado por Behrens et al (2007), recoge los datos más actualizados sobre extracción y consumos de materias primas a nivel mundial. La *Figura 1*, presenta un comparativo entre los datos de producción per cápita de extracción y consumo de materias primas por continentes (Arrieta G, 2016).

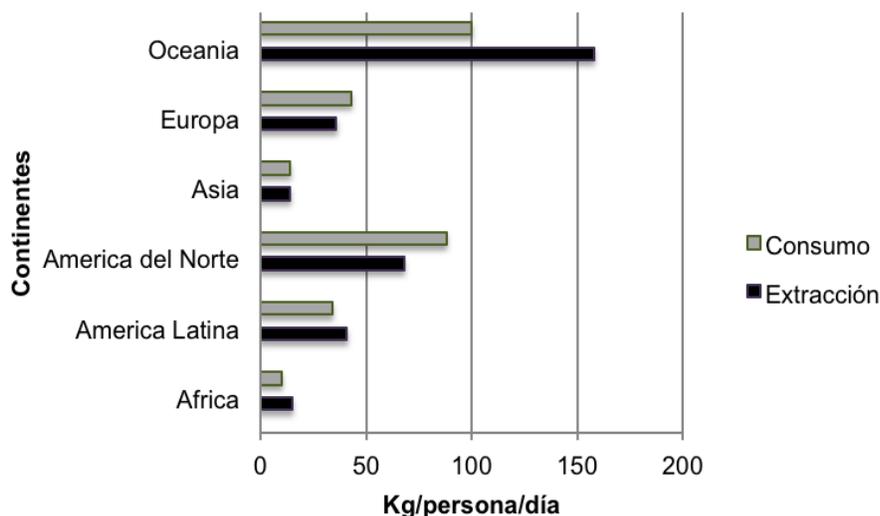


Figura 1. Comparativo entre Extracción y Consumo de Recursos Per Cápita. Fuente: Arrieta G, 2016

Como se puede observar en la *Figura 1*, el continente más equilibrado es Asia con cantidades similares per cápita de 14 kg/persona/día. Por el contrario, Latinoamérica, África y Oceanía extraen más recursos de los que consumen, generando gastos innecesarios de materias primas y generando así residuos directos. A su vez, Europa y América del norte consumen mucho más de lo que extraen o producen, lo que necesariamente obliga a señalar que tomar materias primas de otros continentes. Independientemente del equilibrio entre extracción y consumo, el consumo de estas materias primas o recursos generan materiales de desecho que a menudo se descartan porque se consideran inútiles, convirtiéndolos residuos o desechos (Tchobanoglous et al, 2002).

La producción de residuos y su inadecuado manejo en los procesos de gestión, impiden que grandes cantidades de materiales puedan volver a ser utilizados en los procesos productivos, permitiendo aliviar, en algún grado, la presión sobre los recursos naturales, y por el contrario acrecienta los efectos

negativos sobre el medio ambiente. De acuerdo a Arrieta (2016), los dos factores fundamentales que pueden ser impactados directamente por la inadecuada gestión de los residuos son los siguientes:

- **Salud Pública.** La ausencia de la recolección, o inadecuada disposición, generan la proliferación de vectores (insectos, roedores, aves de carroña, etc.) que pueden transmitir enfermedades. Encuestas realizada por ONU-Hábitat muestran que en las zonas donde los residuos no se recogen con frecuencia, la incidencia de enfermedades respiratorias e intestinales son seis veces mayor que en las zonas donde la recolección es frecuente (ONU-Hábitat 2009).
- **Medio Ambiente.** La inadecuada disposición de residuos puede generar amenazas al ambiente. Sitios como los botaderos a cielo abierto, depósitos en cuerpos de agua y quemas, producen impactos ambientales de gran significancia que incluyen contaminación de aguas subterráneas y superficiales por lixiviados, así como la contaminación del aire por la quema de los residuos y por malos olores, daños en la estructura y estabilidad de los suelos, amenazas a la flora y fauna del área de influencia. En países de ingresos medios y bajos, los RSU a menudo son dispuestos en tierras adyacentes a barrios marginales.

Es a partir de las relaciones entre los componentes **Gestión-Ambiente-Salud**, que se abordará el análisis general y la evaluación del comportamiento de las problemáticas de los grupos de residuos ordinarios, especiales, posconsumo y peligrosos, con el fin de establecer las relaciones de causalidad, las prioridades ambientales y sanitarias, la priorización de subgrupos de residuos y las pautas a seguir para la implementación de futuras acciones de mejora en la gestión en el país.

2.1.PROBLEMÁTICAS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS

A pesar que las políticas para la gestión integral de residuos, desarrolladas en el país a partir de los años 90's, identificaban metas claras, las deficiencias en la implementación de herramientas de gestión que garanticen el adecuado manejo de residuos sigue siendo deficiente. Considerando los informes realizados en los últimos años por la Contraloría General de la República - CGR, Ministerio de Medio Ambiente y la Superintendencia de servicios públicos, se presentan a continuación las principales y generales problemáticas asociadas a los procesos de gestión de los cuatro (4) grupos de residuos considerados en este estudio.

Las problemáticas que se describen brevemente a continuación están basadas en los conceptos y referencias presentadas en el Marco Conceptual y de Política, documento en el que se explicó el funcionamiento del sistema general de residuos en el país.

- **Elevada tasa de generación:**

Esta problemática está asociada a las estrategias de mercadeo y sistemas de producción insostenibles que inciden sobre los patrones de consumo de la población, la falta de un marco político de apoyo a la introducción de tecnologías limpias y la ausencia del establecimiento de responsabilidad de los sectores productivos en la generación, manejo y disposición de residuos posconsumo. En Colombia el incremento en generación de residuos en las últimas décadas ha sido de un 10%, lo que implica una

Producción Per Cápita (PPC) de 0,57 Kg/Hab/día variando entre 0,3 a 0,9 Kg/Hab/día según el sector y nivel de desarrollo de la población (SSPD, 2003; DNP, 2015).

- **Estrategias insuficientes para la prevención:**

Para la Ley de Residuos y Suelos Contaminados de España (LRSC), la prevención se define como el conjunto de medidas adoptadas en la fase de concepción y diseño, de producción, de distribución y de consumo de una sustancia, material o producto, para reducir: i) La cantidad de residuo, incluso mediante la reutilización de los productos o el alargamiento de la vida útil de los productos; ii) Los impactos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana, incluyendo el ahorro en el uso de materiales o energía; iii) El contenido de sustancias nocivas en materiales y productos (MAGRAMA; agencia de ecología Urbana de Barcelona, 2012).

Debido a que técnicamente, la "prevención" no es una operación de gestión de residuos, ya que se refiere a las sustancias u objetos antes de que se conviertan en residuos, las estrategias para su implementación no hacen parte de los procesos de gestión y se convierten en una responsabilidad voluntaria del generador. En Colombia si bien la Política de Gestión Integral de residuos introduce como orden de prioridad la prevención y minimización en la generación de residuos, lo cual debería reflejarse en las estrategias de gestión de los mismos, existe una marcada tendencia hacia la implementación de instrumentos de gestión en la disposición final de los residuos (Ver producto 2 numeral 3.4.1).

- **Baja tasa de separación:**

Para la Guía Técnica Colombia GTC-24, la separación de residuos es la operación que debe realizar el generador de residuos para seleccionarlos y almacenarlos en recipientes de diferentes colores, según la clasificación definida en la ley para cada uno de ellos. Según el tipo de residuo, esta separación varía en la cantidad de materiales a separar. Esta problemática se presenta debido a que la responsabilidad sigue siendo voluntaria por parte del generador, quien en gran parte no cuenta con la sensibilidad ni la educación ambiental para realizarlo. El instrumento de apoyo existente actualmente para esta actividad es la Guía Técnica Colombia GTC-24, donde se establece que “la separación de residuos es la operación que debe realizar el generador de residuos para seleccionarlos y almacenarlos en recipientes de diferentes colores, según la clasificación definida en la ley para cada uno de ellos. Según el tipo de residuo, esta separación varía en la cantidad de materiales a separar”. Sin embargo, como evidencia de la problemática presente en esta etapa de gestión, el DNP en diciembre de 2015 presentó datos donde solo el 17% de los residuos sólidos recolectados en Colombia presentan separación en la fuente (DNP - SSPD, 2015).

- **Responsabilidad insuficiente del generador:**

Esta problemática está relacionada con los niveles educativos, económicos y culturales de determinada población. Todo bien manufacturado que se requiere en la vida cotidiana se considera residuo una vez ha sido utilizado, por esta razón los patrones de consumo y el poder adquisitivo de un individuo influyen en la cantidad de residuos que se generan y la forma como son manejados. Dependiendo del tipo o grupo de residuos que se trate, el generador procede de forma diferente; en el caso de los RSU la responsabilidad en generación y gestión del residuo es voluntaria, es decir, no existen normas o

instrumentos de comando y control para medir la responsabilidad del generador, para los Respel y la mayoría de los de posconsumo, por el contrario, existen normativas que obligan al generador hacerse responsable de la generación y gestión del residuo, aunque en varios casos no se cumplan.

- **Inadecuado sistema de recolección:**

En el país se presentan diferentes sistemas para la recolección de residuos, estos sistemas consisten en los tipos de vehículos de recolección, las frecuencias y rutas, el grado de formalidad del servicio y de la formación del personal operativo; dependiendo fundamentalmente de la zona o población donde se realice la recolección estos sistemas pueden ser adecuados o no. En el caso de las zonas rurales, donde las vías de acceso son limitadas y las poblaciones pequeñas, los sistemas de recolección son, en su mayoría, inadecuados o inexistentes. Por otra parte, los núcleos urbanos pueden presentar vehículos adecuados de recolección, pero las bajas frecuencias, la deficiente infraestructura de los lugares de recolección y el grado de informalidad de algunos agentes (uso de vehículos de tracción animal, carretas, etc.) pueden ser algunas dificultades del sistema. (DNP-SSPD, 2015).

- **Baja cobertura de recolección:**

En Colombia la cobertura de recolección de residuos varía según el tipo de residuos; para el caso de los RSU, la cobertura de recolección al hacer parte del esquema de prestación de servicios cubre aproximadamente el 97% de la recolección a nivel de centros urbanos y un 21% aproximadamente de en áreas rurales. En los RCD la cobertura formal de recolección es baja. En el caso de los RESPEL es el grupo de residuos que presenta mayor control en la recolección, aunque su cobertura es igualmente baja en zonas rurales como en la de los RSU. Los residuos de Posconsumo no presentan altos niveles de inconsistencias en su recolección.

- **Rutas y horarios de recolección ineficiente:**

Esta problemática se basa en la deficiencia de la frecuencia, los horarios y las rutas que realizan los vehículos de recolectores de residuos en el país. En áreas rurales puede ser más crítica esta situación, al presentarse baja cobertura de recolección, inadecuados sistemas de recolección y dificultades en el acceso a algunas poblaciones. En áreas urbanas, la alta tasa de generación de residuos, la falta de separación y las limitantes presentes en las infraestructuras urbanas, contribuyen a saturar la prestación del servicio de recolección, siendo insuficientes la capacidad de carga de los vehículos recolectores y la frecuencia de recogida; igualmente los horarios de recolección presentan conflictos con las horas de alto tránsito vehicular. (CGR, 2006; Banco Mundial 2012)

- **Sistemas de aprovechamiento inadecuados:**

Los sistemas de aprovechamiento de residuos hacen referencia a las estrategias o mecanismos que se requieren para reincorporar un residuo a un nuevo ciclo de vida útil, con el fin de obtener beneficios económicos y ambientales. Estos sistemas pueden ser artesanales hasta tecnificados, entre ellos encontramos procesos de reúso, reciclaje, valorización energética, entre otros. La deficiencia marcada de sistemas de aprovechamiento tecnificado ha conllevado a que no exista interés suficiente en la recuperación de los residuos, situación que agrava la sostenibilidad de los sistemas de disposición final.

- **Alto porcentaje de informalidad:**

La informalidad en el desarrollo de las diferentes etapas de la gestión de residuos en países en desarrollo es frecuente, principalmente en la recolección y transporte (carretas, vehículos de tracción animal, etc.), aprovechamiento (Recicladores informales con tecnologías de recuperación inadecuadas) y disposición final (botaderos, escombreras ilegales, depósitos de residuos en espacios públicos y cuerpos de agua). Se asume que estas prácticas se presentan principalmente por las insuficientes oportunidades económicas y laborales, marginalidad socioeconómica y deficiencias en la gestión formal de residuos de cada población. Sin embargo, a partir del año 2016, por medio del decreto 596 del MVCT, se establece el esquema operativo de la actividad de aprovechamiento y régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio. El cual tiene como objetivo, busca un reconocimiento tangible a la labor del reciclador convirtiéndolo en pieza clave dentro del servicio público de aseo.

- **Falta de integración entre actores:**

El Decreto 2981 de 2013 y la Resolución 0754 de 2014, establecen las responsabilidades que deben tener las entidades territoriales para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento y control y actualización del PGIRS”, en el ámbito local y regional, según el caso. La formulación o actualización del PGIRS deberá realizarse con la participación de los actores involucrados en la gestión integral de los residuos sólidos”. Además, la proyección se su participación a futuro en el PGIRS. Sin embargo aspectos como el traslape de competencias y jurisprudencias, así como la responsabilidad difusa de algunas entidades sobre elementos estructurales de los sistemas de gestión son las principales evidencias de la deficiente articulación e integración de las instituciones que tienen algún grado de injerencia en la internalización de los costos ambientales y sanitarios causados por los residuos. Al intervenir diferentes actores de carácter público, privado o mixto en la gestión de los residuos, se generan algunos vacíos en la jerarquía de responsabilidades frente a correcta gestión, no permitiendo que las acciones de comando y control, ejercidas desde la institucionalidad, tengan mejores resultados.

- **Bajo porcentaje de aprovechamiento:**

Esta problemática se presenta, entre otros factores, por el pobre desarrollo tecnológico de aprovechamientos, por la baja capacidad instalada de las tecnologías, por los pobre estímulos a la recuperación de materiales y desarrollo de mejores canales de comercialización, por el tipo de recolección que puede ser separada o mezclada y por la separación misma en la fuente, siendo todos estos factores dependientes de las regulaciones locales. El grado de separación y aprovechamiento puede variar con el tiempo y por la ciudad. En los países en desarrollo, es común que no se realice separación y aprovechamiento en la fuente de los residuos, esta práctica se realiza en el sitio de disposición final por parte de los recicladores o recolectores informales, generando mayores cargas operativas y de gestión curativa para el sistema.

- **Baja implementación de sistemas de tratamiento adecuados:**

El documento del Banco Mundial (2012) recoge datos sobre los sistemas más utilizados a la hora de tratar los residuos, e identifica seis (6) métodos más comunes a nivel mundial: compostaje, reciclaje, incineración, vertederos, botaderos y otros. En la *Figura 2* se observa que el más usado es el vertedero controlado o relleno sanitario, seguido del reciclaje (Arrieta G, 2016).

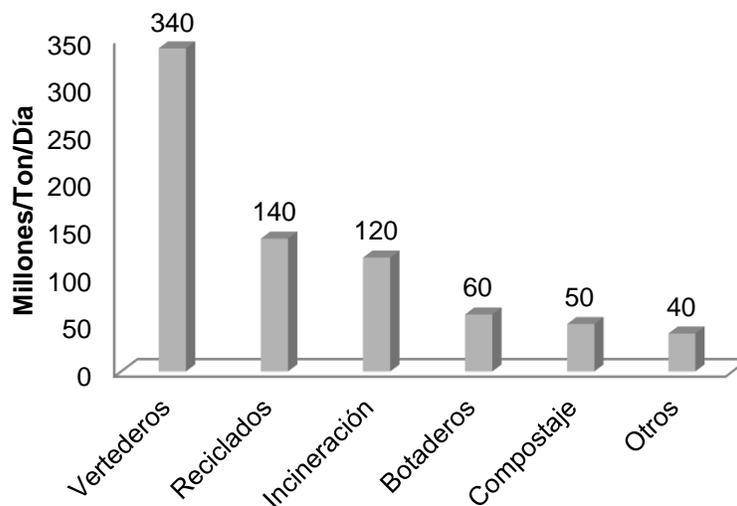


Figura 2. Métodos de tratamiento y eliminación de residuos sólidos utilizados a nivel mundial.

Fuente: Banco Mundial 2012

Si se analiza el sistema de tratamiento, considerando el nivel de ingresos se observa que en países con mayores ingresos se reduce la eliminación en vertedero y botadero, frente a un incremento del reciclaje o compostaje. Esto es debido, principalmente, a los niveles de educación de la población, así como a los condicionantes económicos, que disminuyen las malas prácticas en la entrega y disposición de residuos.

- **Baja implementación de sistemas de disposición final adecuados:**

Esta problemática está asociada a dos factores de eliminación de residuos; el primero es el control en la utilización de sistemas incontrolados de disposición de residuos como los botaderos a cielo abierto, quemas o depósito de los residuos en cuerpos de aguas; y el segundo factor a las limitaciones en la disposición final de residuos en rellenos sanitarios, relacionadas con la localización, la construcción y las prácticas inadecuadas en su operación, como los errores de construcción en las obras requeridas para la impermeabilización de suelos, los sistemas de recolección de gases y lixiviados y de recolección de aguas lluvias, entre otros. En la operación de los rellenos, no existe suficiente supervisión en la construcción de celdas, compactación, cubrimiento de los residuos y construcción de chimeneas, entre otros. Respecto a la disposición final de los residuos sólidos, el 97,2 % de los residuos son dispuestos en rellenos sanitarios y el 2,8 % en sistemas inadecuados como los botaderos a

cielo abierto y la disposición en cuerpos de agua como ríos, lagos y el mar (SSPD, 2013); estos valores son atribuibles a la entrada en vigor de un sistema jurídico (Este sistema Jurídico lo constituyen los Decretos 1713 de 2002, derogado por el Decreto 2981 de 2013 y las Resoluciones del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial 1045 de 2003 y 1390 de 2005 (Diario Oficial del Gobierno de Colombia 2002; 2003; 2005; 2013) que obligó a todos los sistemas de gestión de RSU en el país a realizar la disposición final en rellenos sanitarios y clausurar otros sistemas no adecuados. Si bien, a partir de esta legislación, la capacidad de eliminación de residuos ha aumentado en tanto que el número de botaderos a cielo abierto ha disminuido, los estándares ambientales no se cumplen en el 30% de los rellenos sanitarios y en varias grandes ciudades estos han llegado al límite de su capacidad (OECD/ECLAC, 2014). Así para diciembre del 2015 el Departamento de Planeación Nacional, anunció que los rellenos sanitarios de 321 municipios colapsarán en cinco años y no existen estrategias o planes para su reemplazo. En este comunicado también se dice que 111 municipios siguen disponiendo sus residuos en botaderos a cielo abierto, 46 en celdas transitorias, 5 municipios siguen arrojando los residuos en cuerpos de agua y 5 más realizando quemas y enterramiento. 803 municipios entregan sus residuos en 62 sitios de disposición regionales, lo cual satura la operación de estos.

- **Fallas en los instrumentos de planificación:**

En el país se han identificado algunas de las fallas del proceso de gestión de residuos y se planean como estrategias de solución los siguientes puntos (CGR, 2006; DNP, 2015):

- Definir un Plan Director de Gestión Integral de Residuos Sólidos a nivel nacional y articular los regionales y municipales. (Un plan menos flexible y con menor independencia a las regiones, donde se establezcan fases de la gestión que sean iguales y de obligatorio cumplimiento para todo el país).
- Establecer medidas de inmediato cumplimiento para acciones inadecuadas de gestión, tal como, de los sitios de disposición no autorizados; sin aumentar los plazos para la adecuación o construcción de sitios de disposición final.
- Seleccionar operadores especializados y apoyo financiero para la habilitación de nuevos sitios aprovechamiento, tratamiento y de disposición final en pequeños municipios del país.
- Establecer el estudio de las Licencias ambientales, para el seguimiento de los sitios de disposición final existentes y agilizar los trámites para los nuevos sitios, con el fin de atender la crisis actual.
- Crear mayores sistemas e instrumentos de comando y control y vigilancia para las fases de recolección y transporte de residuos sólidos a nivel nacional.

- **Debilidad institucional:**

En Colombia, a partir de la creación en 1993 del SINA y la entrada en vigor de un marco legal para el manejo de residuos, que garantice la prevención y la corrección de efectos ambientales y en salud, los procesos normativos, técnicos y/u operativos han sufrido diversas y múltiples modificaciones que contribuyen a que se presenten deficiencias en el desarrollo de instrumentos de gestión o procesos que cumplan con la garantía de cuidado al ambiente y la salud de la población; particularmente en aquellas herramientas que son de directa supervisión por parte de las autoridades tales como los límites permisibles o la Evaluación y Seguimiento ambiental, los cuales son deficientes o inexistentes, entre

otros factores, por la carencia de herramientas que faciliten diagnósticos objetivos y monitoreo, con el fin de disminuir la incertidumbre en el comportamiento de los agentes (CGR, 2006; Duinker and Beanlands, 1986; Lawrence, 2007; Tennøy et al., 2006; Toro, 2009; Toro et al., 2010).

2.2.PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES

La principal causa de los problemas ambientales asociados a la gestión de los residuos es permitir la acumulación de estos, sobrepasando, en algunos casos, la capacidad de asimilación y de depuración que tienen los ecosistemas en determinadas escalas espaciotemporales. Para entender la problemática ambiental causadas por los residuos, es necesario tener en cuenta las relaciones del mundo complejo y las interconexiones de las estructuras naturales con las funciones ecosistémicas que éstas prestan. A continuación se describen las quince (15) problemáticas ambientales generales asociadas a la gestión de los residuos sólidos, incluyendo los residuos ordinarios, peligrosos, especiales y posconsumo, identificadas a partir de la revisión de información secundaria.

- **Deterioro o contaminación del agua:**

Se refiere a las alteraciones indeseables de las características físicas (parámetros como color, olor, temperatura, turbidez, sólidos, entre otros), químicas (parámetros orgánicos como contenido de materia orgánica, carbono orgánico total o inorgánicos como pH, dureza, salinidad y concentraciones de sustancias, entre otros) y/o biológicas (parámetros bacteriológicos como presencia de coliformes, patógenos específicos y virus) del agua, de fuentes superficiales o subterráneas, debido a la presencia y/o incremento de la concentración de sustancias contaminantes (Canter, 1998).

De acuerdo con Canter (1998), se pueden distinguir dos tipos de fuentes contaminantes en el agua: puntuales y no puntuales. Las primeras se caracterizan por que su mecanismo de contaminación tiene un punto específico de vertido o disposición sobre las fuentes hídricas, por ejemplo el vertido de aguas residuales provenientes de una industria. Por el contrario, las no puntuales o difusas, no tienen un punto localizado de vertido y su mecanismo de contaminación se da principalmente por escorrentía, por ejemplo los sedimentos.

En este sentido, se puede identificar que debido a la inadecuada gestión de los residuos sólidos, diversos agentes contaminantes pueden llegar a las fuentes hídricas ocasionando una disminución en la calidad del agua. A través de fuentes puntuales, por ejemplo por la disposición de residuos sobre cuerpos de aguas superficiales, o por mecanismos difusos, comúnmente asociados a los lixiviados generados por la descomposición de los residuos, los cuales pueden afectar aguas superficiales y subterráneas.

La contaminación del agua puede conllevar a diversos efectos, dependiendo de la naturaleza y concentración del agente contaminante. Es importante considerar que estos efectos son de alcances muy amplios y pueden llegar a desencadenar impactos críticos, debido a las perturbaciones que se pueden dar sobre la biota del ecosistema asociado a las fuentes contaminadas, y sobre las comunidades humanas que hacen uso del agua y de los recursos asociados a esta (por ejemplo los alimentos), ocasionando afectaciones sobre la salud, la economía y el bienestar social.

Por último se debe tener en cuenta que los límites permisibles en la normatividad, corresponden a valores que pretenden asegurar unos niveles aceptables de los diferentes parámetros empleados para determinar la calidad del agua, y que estos pueden variar según su uso. Sin embargo, cumplir con estos umbrales no indica necesariamente que no haya contaminación del recurso hídrico.

- **Disminución de la oferta hídrica:**

En general, los efectos asociados a la contaminación del agua afectan no solo su calidad, sino también su cantidad, evidenciada en la disminución de la disponibilidad para las actividades agropecuarias, industriales, comerciales, de turismo y recreativas entre otras, así como para el consumo humano en alimentación y saneamiento.

En el marco de la gestión de residuo sólidos, esta disminución en la oferta hídrica es consecuencia directa de la problemática de la contaminación del agua, ya que entre menor es su calidad, menor es la cantidad de agua que cumple con los parámetros mínimos requeridos para cada uso. También puede ser ocasionada por la intervención y/o desviación de cauces y fuentes de agua, debido a la instalación de proyectos asociados a los diferentes tipos de residuos, como plantas de aprovechamiento, tratamiento y disposición final.

- **Alteración del drenaje:**

Esta problemática hace referencia a los cambios inducidos por agentes o elementos externos sobre los patrones de drenaje de las aguas superficiales, que incluye las aguas lluvia, debido principalmente a interrupciones en el flujo natural para el desalojo del agua de la superficie del suelo. En el marco de la gestión de residuos sólidos, esta problemática se presenta principalmente por la inadecuada disposición, que puede ocasionar taponamientos en los sistemas de drenaje y disminución de la infiltración de agua, generando afectaciones a la recarga de acuíferos, y en situaciones críticas inundaciones, con el consecuente daño a la infraestructura y la propiedad privada.

- **Deterioro o contaminación del aire:**

Corresponde al cambio en las características del aire debido a la presencia de uno o más contaminantes, en concentraciones y duración tal, que puedan generar efectos nocivos sobre el ambiente y el desarrollo de las diferentes actividades cotidianas. Los agentes contaminantes del aire pueden clasificarse en gases y partículas. Los primeros presentan propiedades de difusión, y corresponden a sustancias como el monóxido y dióxido de carbono, el ozono, óxidos de azufre y nitrógeno, dioxinas, furanos, entre muchos otros. Las partículas por su parte, se caracterizan por tener un tamaño más grande que las moléculas simples pero menor a 500 micrómetros, y por su capacidad de permanecer suspendidas en la atmósfera en periodos que pueden ir desde minutos hasta meses (Canter, 1998).

En la gestión de residuos sólidos, la contaminación del aire se puede presentar durante las diferentes etapas, encontrándose típicamente asociada al transporte de residuos, su tratamiento y disposición final; debido a prácticas inadecuadas como las quemas a cielo abierto e incineraciones bajo condiciones inadecuadas, así como a las emisiones de procesos de biodegradación de la materia

orgánica. También se resalta la contaminación derivada de cierto tipo de residuos especiales, como los RCD, dada la alta generación de polvo y material particulado que es emitido a la atmósfera.

Es importante tener en cuenta que los límites permisibles definidos en la normatividad, son valores que pretenden asegurar unos niveles aceptables de los diferentes parámetros que caracterizan la calidad del aire, lo cual no implica que las emisiones que estén dentro de estos umbrales no contaminen la atmósfera.

- **Generación de ruido:**

Se entiende por ruido cualquier emisión de sonido no deseado por el receptor (MAVDT, 2006), o como un sonido que se presenta en el momento y lugar equivocado (Canter, 1998). En la gestión de los residuos sólidos, es una problemática que por su misma definición implica la afectación directa sobre la comunidad, como receptora del ruido, pudiendo estar asociada a diferentes etapas de la gestión, con una intensidad y frecuencia que depende del tipo de residuo. Por ejemplo, el incremento en los decibeles por la generación, tratamiento y disposición de residuos de construcción y demolición suele ser mayor que la de residuos ordinarios. El ruido no solo afecta a comunidades humanas, sino que puede afectar la fauna provocando efectos sobre su salud e inclusive sobre el tamaño de las poblaciones, debido al desplazamiento de las especies.

- **Generación de olores ofensivos:**

La problemática asociada a los olores hace referencia a los que tienen carácter ofensivo o desagradable, para quien los percibe. El olor puede definirse como el producto de la interacción de moléculas volátiles emitidas por una determinada sustancia, con las células de la membrana pituitaria o mucosa nasal (Candenas, 2007).

Dado que el olor es determinado en gran medida por la composición de las sustancias que los emiten, es frecuente que se generen en la mayoría de las etapas de la gestión de residuos, debido a su naturaleza y en gran parte, a su mezcla o gestión inadecuada. Al igual que el ruido, esta problemática implica afectaciones directas a la comunidad que los percibe, independientemente de sus efectos sobre la salud humana. Lo anterior es debido a que la capacidad de percibir los olores puede darse en concentraciones tan bajas, que no implica que se presenten efectos directos en la salud (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014).

- **Deterioro o contaminación del suelo:**

Esta problemática hace referencia al incremento de la concentración de sustancias nocivas incorporadas por cualquier medio al suelo, que modifican perjudicialmente sus características físicas, químicas y/o biológicas. Esto puede verse reflejado en cambios negativos sobre la estructura, fertilidad y calidad del suelo, así como también en su pérdida o disminución. Por lo cual, es común que los proyectos asociados a la eliminación de residuos, produzcan efectos indeseables sobre el suelo (Canter, 1998).

Existe una interacción intrínseca entre la contaminación del agua y del suelo, que en el contexto de la gestión de residuos sólidos, se da especialmente por los efectos de los lixiviados o por la disposición

de residuos en fuentes hídricas, lo cual induce una transferencia de la contaminación entre agua y suelo, y de ahí en adelante (por mecanismos como la bio-acumulación) a lo largo de las cadenas tróficas, llegando a afectar otros componentes como la flora y la fauna.

Debido a que cualquier tipo de residuo generalmente resulta dispuesto sobre el suelo, los efectos y tipos de contaminantes están en función de la naturaleza y cantidad de los residuos, con el agravante de que su disposición indiscriminada e inadecuada, conlleva a la presencia de contaminantes con características peligrosas.

- **Cambio en el uso del suelo:**

De manera similar al agua, la problemática ambiental asociada al suelo se manifiesta en el detrimento de su calidad y también en la cantidad de suelo disponible para los diversos usos, que pueden ir desde la práctica de una actividad económica (industrial, agrícola, pecuaria, comercial, etc.) hasta los relacionados con la conservación de áreas naturales.

La gestión de residuos sólidos presenta esta problemática para diferentes etapas, especialmente en la disposición final o técnicas de aprovechamiento como el compostaje, debido a las grandes áreas que éstas requieren. Lo anterior guarda relación directa con los volúmenes de residuos generados, pero también con las bajas tasas de aprovechamiento de los diferentes tipos de residuos, lo cual implica una mayor demanda de suelo para realizar la disposición final.

- **Afectación al paisaje:**

Esta problemática está asociada principalmente a los cambios sobre el paisaje, de los sitios donde se llevan a cabo las diferentes etapas de la gestión de residuos, usualmente por la afectación de la estética que caracterizaba el lugar. La estética se relaciona con la combinación de las características de los objetos observados y de los seres humanos que los perciben, que hacen que lo observado sea agradable o no a los sentidos (Canter, 1998).

En este sentido, los cambios que se presentan son negativos, ya que están relacionados con la afectación a las actividades de contemplación y disfrute de los paisajes. A pesar que se puede presentar en todas las etapas de la gestión, normalmente se asocia a las que requieren de áreas extensas, como la disposición final en rellenos sanitarios y escombreras, y a los tipos de residuos más voluminosos como llantas y residuos especiales.

- **Afectación al hábitat:**

El hábitat es concebido como el medio en el que las especies de flora y fauna desarrollan sus procesos vitales. Las afectaciones sobre el hábitat pueden darse por el deterioro de los componentes ambientales como el suelo, aire y agua, y por la alteración de los ciclos biogeoquímicos, la diversidad biológica y la capacidad de sostenimiento de plantas y animales de los ecosistemas, entre otros (Canter, 1998).

Esta problemática se presenta cuando hay alteraciones del medio natural y/o de las funciones ecológicas, debido a la intervención de grandes áreas para la disposición, almacenamiento, aprovechamiento y tratamiento de los diferentes tipos de residuos. Así como por la relación con las

problemáticas anteriores, como la contaminación y la generación de ruido, que introducen perturbaciones al ambiente.

- **Afectación de la flora y fauna terrestre:**

Se incluyen dentro de esta problemática los efectos negativos que se dan sobre las poblaciones de flora y fauna, incluyendo la disminución de las poblaciones por enfermedades o muerte, el ahuyentamiento, la disminución de las coberturas vegetales, la afectación de los procesos biológicos como la fotosíntesis, la propagación de especies vegetales y la reproducción de animales, entre otras.

Estas afectaciones se presentan en todos los tipos de residuos cuando no se hace una gestión adecuada de los mismos, siendo de especial relevancia en las etapas de disposición final de los residuos ordinarios y especiales (RCD).

- **Afectación de la flora y fauna acuática:**

Esta problemática incluye los efectos negativos que se dan sobre las poblaciones de flora y fauna acuática, como resultado de la contaminación de las fuentes de agua superficiales y subterráneas, así como también por la contaminación del suelo y el aire que interactúa con el agua, en cualquiera de las etapas del ciclo hidrológico. Se suscribe en esta problemática la disminución de las poblaciones por enfermedades o muerte de los individuos, la disminución de la producción primaria por la afectación de organismos fotosintéticos y las afectaciones a la fauna marina, entre otras.

Estas afectaciones se asocian a los residuos ordinarios, siendo especialmente importante en los residuos plásticos debido a su capacidad de persistir en el ambiente y ser transportados por los cuerpos de agua hasta el mar. Así como también con los residuos especiales debido a la alta generación de sólidos suspendidos y sedimentables que afectan la calidad del agua.

- **Afectación al bienestar social:**

Esta problemática está relacionada con el detrimento de la calidad de vida de las poblaciones humanas, incluyendo el estado emocional de los individuos. Se presenta típicamente en los alrededores de los sitios de almacenamiento, tratamiento o disposición final, o en los lugares donde no se gestionan adecuadamente los residuos. También se presentan afectaciones negativas sobre el bienestar de las personas involucradas en las diferentes etapas de la gestión de residuos, especialmente en la fase de recolección en la que se genera rechazo social hacia los grupos informales de recuperación de materiales, el cual se agudiza por el imaginario social que los relaciona con actividades delincuenciales.

- **Afectación a la salud:**

Se refiere a las alteraciones del estado de salud de las personas, las cuales incluyen desde molestias leves y transitorias, hasta enfermedades crónicas y la muerte. Esta problemática se presenta en todas las fases de gestión y todos los tipos de residuos, siendo relevante destacar el mayor riesgo asociado a las sustancias peligrosas. Debido a la importancia de esta problemática se ampliará su análisis en este documento.

- **Afectaciones económicas:**

Esta problemática contempla los efectos negativos sobre la economía. Al igual que la problemática de salud, las afectaciones económicas se potencializan por la inadecuada gestión de los residuos, incidiendo sobre el bienestar social. Incluye la disminución o pérdida de los beneficios económicos de actividades productivas, como por ejemplo la disminución del comercio, el turismo, la agricultura y la pérdida de recursos pesqueros, entre otras. También se suscriben en esta problemática la devaluación de la tierra y las propiedades cercanas a los sitios de aprovechamiento, tratamiento y/o disposición de residuos; el incremento del gasto público en salud y los sobrecostos asociados a sistemas de gestión de residuos ineficientes.

2.3.PROBLEMÁTICAS EN SALUD

En esta sección del informe se presenta una descripción de las problemáticas en salud asociadas a la gestión de residuos en el país. La identificación y selección de las problemáticas se realizó con base en la revisión de la literatura indexada, en los campos temáticos de efectos en salud y gestión de residuos y toxicología ambiental. También se revisaron los documentos oficiales e informes de consultorías, estudios técnicos y literatura gris, principalmente tesis.

Por otra parte, se utilizó la Clasificación Internacional de Enfermedades versión 10 (OMS, 2010) y el decreto 1477 de 2014 del Ministerio de Trabajo, por medio del cual se expidió la Tabla de Enfermedades Laborales. Es importante tener en cuenta que la población ocupacionalmente expuesta puede considerarse como el grupo poblacional de mayor riesgo en tanto que desarrolla sus labores en los escenarios en donde se generan los residuos y, en ocasiones, se adelantan las primeras etapas de su gestión, con alta probabilidad de ubicarse en la rutas de exposición (inhalación, dérmica o ingestión) a los agentes que pueden afectar su salud. Por esta razón se utilizó como un referente en la búsqueda documental y bibliográfica para identificar las problemáticas sanitarias sin perjuicio de la revisión de efectos sobre otros grupos vulnerables y la población, en general.

- **Infecciones y enfermedades de origen parasitario:**

Esta problemática se relaciona con enfermedades generalmente reconocidas como contagiosas o transmisibles¹ (*Tabla 1*). El ciclo respectivo necesario para transmitir la infección de una a otra persona, y establecer una nueva infección varía considerablemente según la especie de parásito. Es un proceso complejo, que se basa en la interrelación entre el huésped humano, el parásito y, frecuentemente, un vector o especie de huésped intermediario. Para que ocurra la transmisión, son necesarias ciertas condiciones ambientales, especialmente en el agua, que desempeña un papel importante en la epidemiología de las enfermedades parasitarias. De acuerdo con esto, el mal manejo de los residuos que facilitan el represamiento y la contaminación del agua, incide en la generación de estos ambientes propicios para estas enfermedades². Se destacan las enfermedades entre el personal de

¹ <http://ais.paho.org/classifications/Chapters/>

² OMS (2015) Enfermedad parasitaria. Nota descriptiva N°399

limpieza de los servicios de atención a la salud, y laboratorios clínicos y de investigación, personal de empresas de manejo de desechos biológicos.

Tabla 1. Principales infecciones y enfermedades de tipo parasitario asociadas a grupos de residuos

Afecciones	Grupos de residuos			
	Ordinario	Especial	Posconsumo	Peligroso
Malaria, dengue, chikunguña	Orgánico Reciclable	RCD	llantas	
Fascioliasis	Orgánico	RCD	llantas	Hospitalarios
Helmintos	Orgánico	RCD	llantas	Hospitalarios
Microorganismos en general	Orgánico Reciclable	RCD	llantas	Hospitalarios
Toxoplasmosis	Orgánico	RCD		
Tétanos		RCD		Hospitalarios
Lepra		RCD		Hospitalarios
Difteria	Orgánico			
Septicemia		RCD		Hospitalarios
Actinomicosis				
Micosis				
Rabia dengue herpes sarampión rubeola				Hospitalarios
Enfermedad por virus de la inmunodeficiencia humana (VIH)				Hospitalarios
Candidiasis o moniliasis	Orgánico			Hospitalarios
Anquilostomiasis		RCD		

Fuente: presente estudio.

- **Neoplasma:**

Neoplasia es el término que se utiliza en medicina para designar una masa anormal de tejido. Se produce porque las células que lo constituyen se multiplican a un ritmo superior a lo normal. Las neoplasias pueden ser benignas cuando se extienden solo localmente y malignas cuando se comportan de forma agresiva, comprimen los tejidos próximos y se diseminan a distancia. Exteriormente se manifiestan como una masa o tumor que altera la arquitectura del órgano en que se asientan. Cada día, con los avances de la industria, las zonas urbanas incrementan la concentración y número de contaminantes, por ende, se exceden los valores permisibles, se altera la sensibilidad de los organismos y se crean las condiciones para desarrollar mutaciones y cáncer (Asprilla, Córdoba y Zapata, 2013).

Los contaminantes ambientales como el dióxido de azufre, ozono, óxido nítrico, monóxido de carbono y los compuestos orgánicos volátiles, provienen, sobre todo, de las emisiones de automotores y centrales eléctricas, de la quema al aire libre de desechos sólidos, del sector de la construcción y actividades relacionadas. De acuerdo con su efecto, los contaminantes tóxicos presentan diferentes clasificaciones:

- **Mutágenos.** Sustancias que producen mutaciones en el material genético y, por consiguiente, alteran el control de la actividad celular, desde la producción de energía hasta su reproducción.

- Carcinógenos. Son sustancias químicas que inducen cáncer, también llamado neoplasia o tumor (crecimiento anormal e incontrolado de células). Todos los tipos de cáncer están relacionados con factores ambientales que pueden estar asociados con el estilo de vida, la exposición industrial y ocupacional. La mayoría de los carcinógenos para humanos son: Asbesto, Benceno, Berilio, Cromo, Cloruro de Vinilo.
- Teratógenos. Estos agentes que dañan directamente al feto en dosis que no afectan a la madre, son un tipo de sustancias tóxicas del desarrollo (Zuluaga, Valencia y Trujillo, 2009).

Tabla 2. Principales subgrupos de residuos asociados a neoplasias

Afecciones	Grupos de residuos			
	Ordinario	Especial	Posconsumo	Peligroso
Neoplasias malignas y benignas	Orgánico Reciclable	RCD	Llantas, RAEE Pilas, BAPU Env. plaguicida	Hidrocarburos Hospitalario

Fuente: presente estudio.

- **Enfermedad del oído:**

Algunas enfermedades del oído pueden terminar en problemas de la audición y sordera. Por pérdida de audición discapacitante se entiende una pérdida de audición superior a 40dB en el oído con mejor audición en los adultos y superior a 30dB en el oído con mejor audición en los niños. Esta problemática se asocia con trabajos de la industria metalúrgica que se puede relacionar con el aprovechamiento y tratamiento de residuos que involucran percusión, abrasión, proyección, perforación de piezas metálicas. También laminado, trefilado, estiramiento, corte, cizallamiento de piezas metálicas. Incluye también la utilización de herramientas neumáticas (perforadores, martillos, taladros) y el empleo y destrucción de municiones y explosivos así como la molienda de caucho, de plástico y la inyección de esos materiales para moldeo. Se asocia con la recolección de basura doméstica³ (Tabla 3).

Tabla 3. Principales enfermedades del oído asociadas a subgrupos de residuos

Afecciones	Grupos de residuos			
	Ordinario	Especial	Posconsumo	Peligroso
Infecciones de oído	Orgánico	RCD	Llantas	Hospitalarios
Otomicosis: Es la infección por hongos del conducto auditivo externo				Hospitalarios
Tinnitus (rumor que se escucha en el oído y que puede ser a consecuencia de ruidos fuertes, medicinas o algunas otras causas).	Orgánico	RCD		Hidrocarburos Hospitalarios
Ruptura del tímpano		RCD	Llantas	
Otitis externa maligna: Es la otitis externa producida por la “pseudomona”, y que más ocurre en				Hospitalarios

³ Decreto_1477_del_5_de_agosto_de_2014

Afecciones	Grupos de residuos			
	Ordinario	Especial	Posconsumo	Peligroso
pacientes diabéticos o ancianos				
Otitis externa difusa: Es una dermoepidermitis aguda del conducto auditivo y membrana timpánica	Orgánico	RCD	Llantas	Hospitalarios
Miosis: Es la infestación del conducto auditivo externo por larvas de moscas (gusanos)	Orgánico			

Fuente: presente estudio.

- **Enfermedades mentales y de comportamiento:**

Se reconocen los agentes sicosociales relacionados con la generación transformación y disposición de residuos. Entre estas enfermedades se señalan los trastornos mentales orgánicos, incluidos los trastornos sintomáticos como la demencia y el Alzheimer; trastornos mentales y del comportamiento debidos al uso de sustancias psicoactivas; esquizofrenia, trastornos esquizotípicos y trastornos delirantes; trastornos del humor (afectivos); trastornos neuróticos, trastornos relacionados con el estrés y trastornos somatomorfos; síndromes del comportamiento asociados con alteraciones fisiológicas y factores físicos como anorexia y bulimia; trastornos de la personalidad y del comportamiento en adultos; retraso mental; trastornos del desarrollo psicológico; trastornos emocionales y del comportamiento que aparecen habitualmente en la niñez y en la adolescencia; demencia en la enfermedad de Alzheimer⁴ (Tabla 4).

Se relacionan con actividades como enfermería y profesionales de medicina y técnicos afines, conductores de transporte de distancias largas, obreros de empresas de trabajo continuo, personal que labora en establecimientos que prestan servicios durante las 24 horas etc., controladores de tráfico aéreo, vigilantes, trabajadores en misión que laboran en zonas geográficas diferentes a sus domicilios⁵.

Tabla 4. Principales enfermedades mentales asociadas a subgrupos de residuos

Afecciones	Grupos de residuos			
	Ordinario	Especial	Posconsumo	Peligroso
Trastornos mentales orgánicos, incluidos los trastornos sintomáticos como la demencia y el Alzheimer.		RCD	BAPU Envases Plaguicidas	Hidrocarburos Hospitalarios
Esquizofrenia, trastornos esquizotípicos y trastornos delirantes. Trastornos del humor. Trastornos neuróticos, trastornos relacionados con el estrés y trastornos somatomorfos. Trastornos de la personalidad y del comportamiento en adultos.		RCD		Hidrocarburos Hospitalarios
Trastornos mentales y del comportamiento debidos al uso de	Orgánicos		Envases Plaguicidas	Hidrocarburos Hospitalarios

⁴ <http://ais.paho.org/classifications/Chapters/>

⁵ Decreto_1477_del_5_de_agosto_de_2014

Afecciones	Grupos de residuos			
	Ordinario	Especial	Posconsumo	Peligroso
sustancias psicoactivas.				
Síndromes del comportamiento asociados con alteraciones fisiológicas y factores físicos como anorexia y bulimia.			Envases Plaguicidas	Hidrocarburos Hospitalarios
Afecciones mentales en niños y adolescentes: Retraso mental. Trastornos del desarrollo psicológico. Trastornos emocionales y del comportamiento que aparecen habitualmente en la niñez y en la adolescencia.	Residuos domésticos y orgánicos			Hospitalarios

Fuente: presente estudio.

- **Enfermedades sanguíneas y del sistema inmune:**

Enfermedades de la sangre y de los órganos hematopoyéticos y ciertos trastornos que afectan el mecanismo de la inmunidad: anemias nutricionales, anemias hemolíticas, anemias aplásicas y otras anemias; defectos de la coagulación púrpura y otras afecciones hemorrágicas; otras enfermedades de la sangre y de los órganos hematopoyéticos. Se incluyen en este grupo ciertos trastornos que afectan el mecanismo de la inmunidad⁶ (Tabla 5).

Tabla 5. Principales enfermedades sanguíneas y del sistema inmune asociadas a subgrupos de residuos

Afecciones	Grupos de residuos		
	Especial	Posconsumo	Peligroso
Anemias hemolíticas	RCD	RAEE, Llantas Pilas, BAPU	Hidrocarburos Hospitalarios
Anemias aplásicas y otras anemias	RCD	RAEE, Llantas Pilas, BAPU	Hidrocarburos Hospitalarios
Defectos de la coagulación púrpura y otras afecciones hemorrágicas	RCD	RAEE, Llantas Pilas, BAPU E. plaguicidas	Hidrocarburos Hospitalarios
Otras enfermedades de la sangre y de los órganos hematopoyéticos	RCD	RAEE, Llantas Pilas, BAPU E. plaguicidas	Hidrocarburos Hospitalarios
Ciertos trastornos que afectan el mecanismo de la inmunidad	RCD	RAEE, Llantas Pilas, BAPU E. plaguicidas	Hidrocarburos Hospitalarios

Fuente: presente estudio.

- **Enfermedad de los ojos:**

Entre ellas se encuentran los trastornos del párpado, aparato lagrimal y órbita; trastornos de la conjuntiva; trastornos de la esclerótica, córnea, iris y cuerpo ciliar; trastornos del cristalino; trastornos

⁶ <http://ais.paho.org/classifications/Chapters/>

de la coroides y de la retina; glaucoma; trastornos del cuerpo vítreo y del globo ocular; trastornos del nervio óptico y de las vías ópticas; trastornos de los músculos oculares, del movimiento binocular, de la acomodación y de la refracción; alteraciones de la visión y ceguera. Enfermedades que pueden ser desarrolladas por personas expuestas a la manipulación o cercanía a lugares de tratamiento, aprovechamiento o disposición final de residuos (*Tabla 6*).

Tabla 6. Principales enfermedades de los ojos asociadas a subgrupos de residuos

Afecciones	Grupos de residuos		
	Especial	Posconsumo	Peligroso
Trastornos del párpado, aparato lagrimal y órbita	RCD	BAPU	Hidrocarburos
Alteraciones de la visión y ceguera	RCD	BAPU E. plaguicidas	Hidrocarburos
Trastornos de la conjuntiva Trastornos de la coroides y de la retina	RCD	BAPU	Hidrocarburos

Fuente: presente estudio.

- **Enfermedad del sistema nervioso:**

Comprende las enfermedades inflamatorias del sistema nervioso central; atrofias sistémicas que afectan principalmente el sistema nervioso central; trastornos extrapiramidales y del movimiento; otras enfermedades degenerativas del sistema nervioso; enfermedades desmielinizantes del sistema nervioso central; trastornos episódicos y paroxísticos; trastornos de los nervios, de las raíces y de los plexos nerviosos; polineuropatías y otros trastornos del sistema nervioso periférico; enfermedades musculares y de la unión neuromuscular; parálisis cerebral y otros síndromes paralíticos; y otros trastornos del sistema nervioso (*Tabla 7*).

Tabla 7. Principales enfermedades del sistema nervioso asociadas a subgrupos de residuos

Afecciones	Grupos de residuos		
	Especial	Posconsumo	Peligroso
Enfermedades inflamatorias del sistema nervioso central. Atofias sistémicas que afectan principalmente el sistema nervioso central.	RCD	BAPU E. plaguicidas	Hidrocarburos
Parálisis cerebral y otros síndromes paralíticos. Otros trastornos del sistema nervioso.	RCD	BAPU E. plaguicidas	Hidrocarburos
Trastornos episódicos y paroxísticos. Trastornos de los nervios, de las raíces y de los plexos nerviosos.	RCD	BAPU E. plaguicidas	Hidrocarburos

Fuente: presente estudio.

- **Infecciones sistema respiratorio:**

En esta categoría se destacan las enfermedades del pulmón debidas a agentes externos (J60–J70) como las neumoconiosis debidas a la exposición al asbesto y a otras fibras minerales así como a polvos de naturaleza inorgánica, por ejemplo, del aluminio, estaño y berilio; de allí toman su nombre la

asbestosis, la aluminosis, estañosis y beriliosis. La neumoconiosis se definen como un grupo de enfermedades causadas por la acumulación de polvo en los pulmones y las reacciones tisulares debidas a su presencia (CIE 10:J64; citado por MPS y U. Javeriana, 2007). Igualmente, las afecciones respiratorias crónicas incluyen las derivadas de la inhalación de gases, humos, vapores y sustancias químicas, que pueden evolucionar hacia el edema pulmonar químico, la bronquitis química y el enfisema crónico; afecciones como la laringotraqueitis aguda es ocasionada por la exposición a contaminantes como el bromo, yodo, formaldehído, mercurio, ácido sulfúrico, acetaldehído, carbonatos metálicos de tungsteno, cromo, níquel, pentóxido de vanadio y aminas aromáticas; El contacto con desinfectantes del tipo glutaraldehído y cloramida T o con algunos fármacos pueden ocasionar un tipo de asma inespecífica; mientras que el asma alérgica se debe a la exposición a sales de platino, vanadio y níquel (Tabla 8).

Tabla 8. Principales enfermedades del sistema respiratorio asociadas a subgrupos de residuos

Afecciones	Grupos de residuos			
	Ordinario	Especial	Posconsumo	Peligroso
Neumoconiosis	Reciclables	RCD	RAEE Pilas y Baterías	
Edema pulmonar químico, la bronquitis química y el enfisema crónico				Hidrocarburos
Laringotraqueitis aguda			RAEE Pilas y Baterías BAP	Hidrocarburos
Asma			RAEE	Hospitalario Hidrocarburos
	Inespecífica			
	Alérgica			

Fuente: presente estudio

- **Infecciones sistema digestivo:**

El sistema digestivo en su componente gastrointestinal puede ser afectado por la ingestión de polvos y que contengan arsénico, los cuales son comunes en la manufactura de vidrio, pigmentos y herbicidas; la sintomatología se manifiesta con náuseas, vómitos, diarrea y constipación. Este proceso también se puede desencadenar por la presencia del plomo que se usa en baterías, imprentas, tintas, caucho y pinturas; y causa cólicos abdominales (Vallejo, 1997).

La hepatitis aguda tóxica está relacionada con la exposición a hidrocarburos como 1,2 dicloropropano, 1,2 dicloroetano, 1,2 dicloropropano, bromo y clorobenceno, nitrosamina; pero igualmente al plomo, el arsénico y el fósforo y la incineración de residuos hospitalarios que emite dioxinas causantes de afecciones hepáticas. Algunos agrotóxicos como el paraquat, el lindano (organoclorado) y el dicloropropeno están relacionados con diferentes niveles de afectación del hígado (Fuertes, J., Martí, G. y Sanz, P., 2011) (Tabla 9).

Tabla 9. Principales enfermedades del sistema digestivo asociadas a subgrupos de residuos

Afecciones	Grupos de residuos		
	Especial	Posconsumo	Peligroso
Enfermedad tóxica del hígado		BAP	Hidrocarburos Hospitalario
		Envases de plaguicidas Tonner Llantas	
Afecciones gastrointestinales	RCD	BAP	
		Envases de plaguicidas Tonner Llantas	

Fuente: presente estudio.

- **Enfermedad de la piel y tejido subcutáneo:**

La dermatitis es la afección de la piel que se manifiesta por un enrojecimiento, dolor o inflamación como consecuencia del contacto directo con una sustancia y por esto se denomina dermatitis de contacto la cual puede ser alérgica o irritante. En la gestión de los diferentes grupos de residuos se presentan, potencialmente, los dos tipos de dermatitis mencionados, como se ilustra en la *Tabla 10*:

Tabla 10. Principales enfermedades de la piel y tejido subcutáneo asociadas a subgrupos de residuos

Afecciones	Grupos de residuos		
	Especial	Posconsumo	Peligroso
Dermatitis alérgica por contacto con:	Metales: cromo y níquel Productos químicos: caucho, cemento, insecticidas y plásticos	RAEE	
		RCD	Llantas, Envases de plaguicidas
Dermatitis irritante por contacto con:	Disolventes: acetona, glicol, hidrocarburos, ciclohexano Productos químicos: cemento e insecticidas		Hidrocarburos
		RCD	Envases de plaguicidas

Fuente: presente estudio.

- **Enfermedad sistema musco esquelético y tejidos conectivos:**

Los desórdenes musco-esqueléticos están asociados con las sobrecargas estáticas y dinámicas en las diferentes etapas de la gestión de residuos, que se acentúan con posturas incómodas o violatorias de las condiciones ergonómicas. La epicondilitis, que puede ser media o lateral, ocurre cuando se requiere realizar fuerza y movimientos en posiciones difíciles. Si los movimientos son repetitivos y se aplican fuerzas combinadas con vibración se pueden generar enfermedades que afectan la columna vertebral (*Tabla 11*).

Tabla 11. Principales enfermedades del sistema musculo esquelético y tejidos conectivos asociadas a subgrupos de residuos

Afecciones	Grupos de residuos		
	Ordinario	Especial	Posconsumo
Epicondilitis	Reciclable	RCD	RAEE Llantas
Trastornos de discos cervicales, lumbares e intervertebrales	Reciclable	RCD	RAEE Llantas

Fuente: presente estudio.

- **Malformaciones congénitas:**

Las anomalías congénitas (teratogénicas) corresponden a procesos de cambios estructurales o funcionales en el desarrollo embrionario y los agentes causales pueden ser tanto ambientales como genéticos y también pueden actuar en forma conjunta; por estas razones la teratogénesis es de carácter multifactorial (Martínez&Chamorro, 1997). Los agentes ambientales que inciden son, por ejemplo, la exposición a las radiaciones ionizantes, a los disolventes orgánicos y a los plaguicidas organofosforados (Tabla 12).

Tabla 12. Principales malformaciones congénitas asociadas a subgrupos de residuos

Afecciones	Grupos de residuos	
	Posconsumo	Peligroso
Anomalías congénitas por exposición a:	Radiaciones ionizantes	Hospitalario
	Disolventes orgánicos	Hidrocarburos
	Plaguicidas organofosforados	Envases de plaguicidas

Fuente: presente estudio.

- **Lesiones, envenenamiento y otras causas externas:**

En esta categoría se incluyen las luxaciones, torceduras y esguinces que afectan múltiples regiones del cuerpo las cuales se pueden presentar en diferentes etapas de la gestión de residuos como su reciclaje, aprovechamiento y transformación. Así mismo la exposición a sustancias tóxicas puede acarrear eventos de envenenamiento por su ingesta accidental, absorción cutánea o inhalación en actividades relacionadas con hidrocarburos, disolventes orgánicos, sustancias corrosivas como los ácidos inorgánicos y humos y vapores de metales (Tabla 13).

Tabla 13. Principales enfermedades lesiones, envenenamiento y otras causas externas asociadas a subgrupos de residuos

Afecciones	Grupos de residuos			
	Ordinario	Especial	Posconsumo	Peligroso
Luxaciones, torceduras y esguinces	Reciclable	RCD	RAEE Llantas	

Afecciones	Grupos de residuos			
	Ordinario	Especial	Posconsumo	Peligroso
Efectos tóxicos de disolventes orgánicos	Productos del petróleo parafinas, éter, gasolina. Benceno y glicol Halogenados			Hidrocarburos
Efectos tóxicos de disolventes orgánicos	Ácidos corrosivos y sustancias ácidas similares (ácidos clorhídrico y sulfúrico)		BAP	Hidrocarburos Hospitalario
Efectos tóxicos de humos y vapores de metales	Plomo, mercurio, cromo, cadmio, cobre, zinc, berilio, estaño	RCD	RAEE BAP Llantas	Hospitalario
Efectos tóxicos de plaguicidas	Insecticidas organofosforados Herbicidas, plaguicidas en general		Envases de plaguicidas	

Fuente: presente estudio.

- **Causas externas morbi-mortalidad:**

Según CIE esta categoría se refiere a la clasificación de acontecimientos ambientales y circunstancias como las causas de traumatismos, envenenamientos y otros efectos adversos y puede asumirse como un complemento de los códigos referenciados en las otras categorías. La mayoría de los eventos que conforman la categoría son del tipo accidental y se relacionan de la siguiente manera con la gestión de los residuos (*Tabla 14*):

Tabla 14. Principales causas externas de morbi-mortalidad asociadas a subgrupos de residuos

Afecciones	Grupos de residuos			
	Ordinario	Especial	Posconsumo	Peligroso
Lesiones y traumas debidos a:	Contacto traumático con dispositivos de elevación y transmisión Golpe por objeto arrojado, proyectado o que cae	RCD		Hidrocarburos
Heridas, infecciones	Contacto traumático con vidrio Cuerpo extraño que penetra a través de la piel Contacto traumático con aguja hipodérmica	Reciclable		Hospitalario
Envenenamiento accidental	Sustancias nocivas mencionadas en otras categorías	RCD	RAEE BAP Llantas	Hidrocarburos Hospitalario
	Afección nosocomial			Hospitalario

Fuente: presente estudio.

- **Acceso y calidad de servicios de salud:**

De acuerdo con CIE en esta categoría se incluyen eventos en salud que pueden originarse en los casos siguientes:

- a) “Cuando una persona que puede o no estar enferma en ese momento, entra en contacto con los servicios de salud para algún propósito específico, tal como recibir una atención o servicios limitados por una condición presente, donar un órgano o tejido, recibir una vacuna o discutir un problema que no es por sí mismo una enfermedad o lesión.
- b) Cuando existe alguna circunstancia o problema que influye en el estado de salud de una persona, pero no es en sí misma una enfermedad o lesión actual. Estos factores pueden descubrirse en encuestas en la población, cuando la persona puede o no estar enferma, o registrarse como un factor adicional a ser tomado en cuenta cuando la persona reciba atención por alguna enfermedad o lesión.”

En las etapas de gestión de los diferentes tipos de residuos, como se ha descrito a lo largo de esta sección, es posible la ocurrencia de circunstancias o sucesos que afectan la salud humana. La posibilidad de acceso oportuno a los servicios de salud y la calidad de esos servicios pueden ser determinantes en la posibilidad de superar los traumatismos, lesiones, envenenamientos o la prevención del progreso de las afectaciones de carácter crónico; por éstas razones se considera que esta categoría es transversal a todas las etapas de gestión de los residuos y los grupos de residuos objeto de este estudio.

3. PRIORIZACIÓN DE PROBLEMÁTICAS

La Real Academia de la lengua Española⁷ define Priorizar o Priorización como “Dar prioridad a Algo”, y Prioridad como “Antelación en el orden de algo respecto de otra cosa”. En este sentido, la priorización de problemáticas ambientales tiene como fin generar referentes para tomar decisiones sobre el orden preferencial de elección de estrategias preventivas relacionadas con la gestión de los residuos sólidos ordinarios y peligrosos, esta decisión no excluye las problemáticas que han sido clasificadas como de media o baja prioridad, se trata de enfocar los recursos, económicos, humanos, naturales etc., hacia las prioritarias y de ese modo lograr solucionar de manera eficiente los problemas identificados.

Respecto a las metodologías y/o criterios de priorización son múltiples, se incluyen la **Urgencia**: es imprescindible actuar ahora o se puede esperar hasta que existan los recursos disponibles; el **Alcance**: Afecta un área extensa o a una comunidad grande; la **Gravedad**: qué aspectos claves están afectados; la **Tendencia o evolución**: la situación tiende a empeorar, es estable o mejora con el tiempo; la **Interacción sobre otros problemas**: relaciones causa-efecto; la **Oportunidad**: esta problemática haría que la comunidad se movilice y participe en la posible solución y/o existen consensos y la **Disponibilidad de recursos**: se cuenta con los fondos necesarios, no requiere fondos, existe la posibilidad de obtenerlos, hay que buscarlos (Conesa, 2010; Garmendia, 2010; Wordpress, 2014).

En este trabajo se ha recurrido al criterio de causalidad o de interacción, priorizándose aquellas problemáticas ambientales que son causa y consecuencia o que tienen la capacidad para interactuar con las otras, con el fin de enfocar el manejo hacia la prevención, o mitigación de los aspectos ambientales que pueden generar impactos significativos, esta metodología fue propuesta por Vester (1976, 1998), siendo utilizada en Colombia para la priorización de problemas ambientales y gestión de proyectos de desarrollo (Correa et al., 1995; Martínez, 2010; Tobasura y Sepulveda, 1997; Toro, 2004)

Es necesario aclarar, que esta metodología no tiene como fin descartar aquellas problemáticas ambientales evaluadas como de prioridad secundaria, ya que aunque el esfuerzo de los ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Salud debe ir encaminado a la prevención de las problemáticas prioritarias, no se deben excluir, en el establecimiento de objetivos y metas, aquellas clasificadas como secundarias o dependientes (Gobierno Vasco, 2009).

Estas consideraciones aplican a la temporalidad de aplicación de corto y mediano plazo, donde el factor urgencia y disponibilidad de recursos es fundamental.

3.1. Metodología de priorización

Para la priorización de las problemáticas de gestión, ambientales y de salud, relacionadas con los residuos sólidos, se empleó la metodología de *análisis de redes*. Esta metodología ha sido empleada para el estudio de los impactos ambientales derivados de proyectos sujetos a licenciamiento ambiental

⁷ <http://www.rae.es>

en Colombia (Martínez, 2013), el análisis de las problemáticas asociadas a los humedales de Bogotá (Palacio, Hurtado, & Garavito, 2003), la investigación de problemáticas sociales (Brenner, Norvell, & Limacher, 1989; Greenwood & Sommerville, 2011) y el análisis de redes sociales en general (Borgatti, Everett, & Freeman, 2002).

El análisis de redes está basado en el estudio de las relaciones que se dan entre los elementos que componen la red (en este caso las problemáticas), empleando dos herramientas metodológicas: una matriz de adyacencia y un gráfico de redes.

La matriz de adyacencia corresponde a una tabla en la que se ubican, tanto en las filas como en las columnas los elementos a analizar⁸. Se diligencia con uno (1) y cero (0) dependiendo de si existe o no una relación de causalidad entre el elemento de la fila y el de la columna; y su diagonal se diligencia con cero (0), ya que no se considera la relación de causalidad de un elemento consigo mismo.

A manera de ejemplo se presenta en la *Tabla 15*, una matriz con 4 problemáticas (P_1 , P_2 , P_3 y P_n), en la que se han diligenciado con 1 las celdas correspondientes a la fila 2 - columna 3, fila 2 - columna 4 y fila 3 - columna 5, denotando que la problemática P_1 es causa de P_2 y P_3 ; y la problemática P_2 es causa de P_n . De acuerdo con esta notación P_3 y P_n no son causa de ninguna otra problemática.

Tabla 15. Ejemplo de matriz de adyacencia

Problemáticas	P_1	P_2	P_3	P_n
P_1	0	1	1	0
P_2	0	0	0	1
P_3	0	0	0	0
P_n	0	0	0	0

Fuente: presente estudio

Una vez se ha completado la matriz de adyacencia se hace uso de un software⁹ para elaborar un gráfico (red) en el que se representan los elementos de análisis (nodos) y sus relaciones de causalidad (con flechas). En dicho gráfico el tamaño del nodo representa el número de relaciones del elemento y su color el grado de priorización. Para facilitar la interpretación del gráfico se han empleado tres colores para el grado de priorización: rojo para las problemáticas que deben ser abordadas en el corto plazo, amarillo para las que pueden ser abordadas en el mediano plazo, y verde para las problemáticas que podrían ser abordadas en el largo plazo. Para la asignación del color se empleó el resultado del *grado de salida normalizado* de cada elemento.

El *grado de salida* es una medida de centralidad empleada en el análisis de redes, que expresa el número de vínculos del nodo con los demás elementos de la red (Martínez, 2013; Quiroga, 2003). En este caso representa el número de veces que la problemática genera, fomenta o contribuye a agravar

⁸ En este caso las problemáticas de gestión, ambientales y de salud

⁹ Ucinet (<https://sites.google.com/site/ucinetsoftware/home>)

otra problemática. Se dice que el *grado de salida* es *normalizado* cuando se expresa en una escala porcentual de 0 a 100, respecto al nodo que presenta el valor máximo.

Los rangos empleados para la asignación del grado de priorización y color se muestran en la *Tabla 16*, mientras que el resultado del grado de salida y el diagrama de red, obtenidos para el ejemplo, se muestran en la *Tabla 17* y *Figura 3*, respectivamente.

Tabla 16. Criterio empleado para el grado de priorización

Grado de salida normalizado	Color	Grado de priorización
Mayor a 66,66	Rojo	Corto plazo
Entre 33,33 y 66,66	Amarillo	Mediano plazo
Menor a 33,33	Verde	Largo plazo

Fuente: presente estudio

Tabla 17. Criterio de priorización aplicado al ejemplo

Problemáticas	P_1	P_2	P_3	P_n	Grado de salida	Grado de salida normalizado	Color
P_1	0	1	1	0	2	100	Rojo
P_2	0	0	0	1	1	50	Amarillo
P_3	0	0	0	0	0	0	Verde
P_n	0	0	0	0	0	0	Verde

Fuente: presente estudio

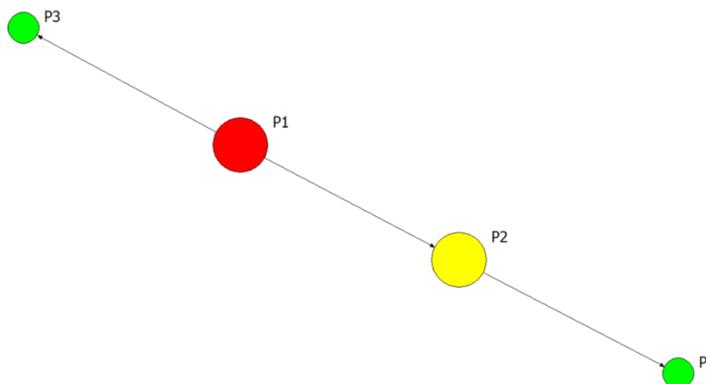


Figura 3. Diagrama de red del ejemplo. Fuente: presente estudio.

Este análisis permite identificar el elemento de la red que tiene mayor importancia, en términos de causalidad, de manera que las acciones que se dirijan hacia su solución permitirán incidir sobre los

demás elementos que le son dependientes. Siguiendo con el ejemplo podríamos afirmar que si la problemática P_1 es causa de P_2 y P_3 , y a su vez P_2 es causa de P_n , entonces al solucionar P_1 se podría solucionar total o parcialmente P_2 , P_3 y P_n . Por lo anterior, el análisis de causalidad entre las problemáticas tiene un enfoque preventivo, que permite direccionar los recursos (humanos, económicos, técnicos, etc.) hacia el tratamiento de las causas, por lo que podría incidir en un uso más eficiente de los recursos y la solución progresiva de las mismas.

3.2. Resultados de la priorización de problemáticas

A continuación se presentan los resultados obtenidos para la priorización de problemáticas por tipo de residuo (ordinario, peligroso, especial y posconsumo), realizada a partir de la identificación de problemáticas de gestión, ambientales y sanitarias para cada grupo de residuos, que se presenta en el Anexo 1. Así mismo, se presenta un análisis general de los resultados de priorización.

3.2.1. Análisis de las problemáticas de los residuos ordinarios

Para realizar el análisis de las problemáticas asociadas a la gestión de los residuos ordinarios se tuvieron en cuenta aquellas que figuran con “Si” en la columna aplica de la *Tabla 18*. Los resultados obtenidos para el grado de salida y el grado de salida normalizado, se muestran en la *Tabla 19*. El diagrama de redes se muestra en la *Figura 4*.

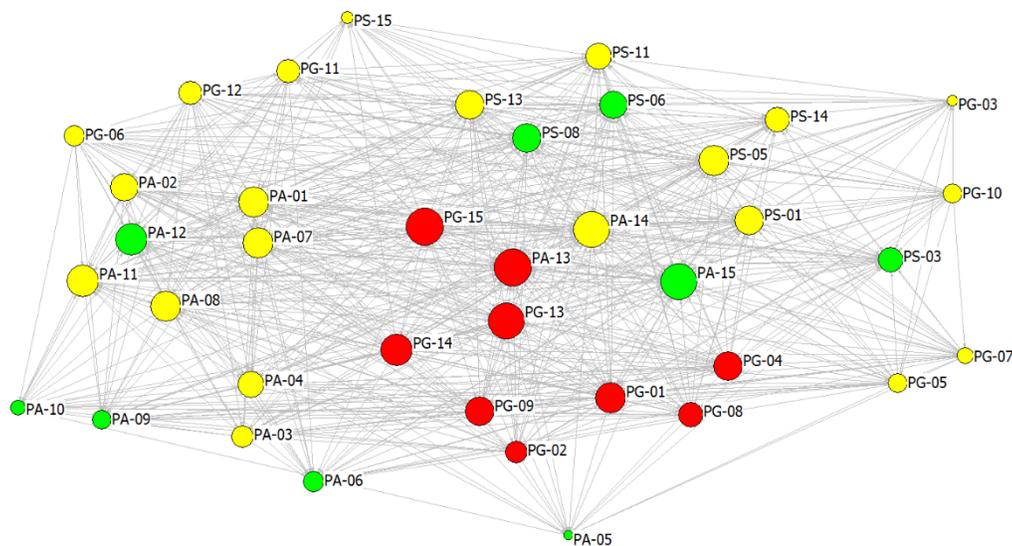


Figura 4. Red de problemáticas de los residuos ordinarios. Fuente: presente estudio.

De acuerdo con los resultados las problemáticas a abordar en el corto plazo son (*Tabla 19*): debilidad institucional, afectación al bienestar social, fallas en los instrumentos de planificación territorial, responsabilidad insuficiente del generador, elevada tasa de generación de residuos, alto porcentaje de informalidad, estrategias insuficientes para la prevención, sistemas de aprovechamiento inadecuados y baja implementación de sistemas de disposición final adecuados.

Las problemáticas a abordar en el mediano plazo son: cambio en el uso del suelo, falta de integración entre actores, baja implementación de sistemas de tratamiento adecuados, baja cobertura de recolección, bajo porcentaje de aprovechamiento, deterioro o contaminación del agua, inadecuado sistema de recolección, rutas y horarios de recolección ineficiente, deterioro o contaminación del suelo, deterioro o contaminación del aire, acceso y calidad de servicios de salud, afectación de la flora y fauna terrestre, enfermedades sanguíneas y del sistema inmune, baja tasa de separación, lecciones, envenenamientos y otras causas externas, causas externas de morbi-mortalidad, alteración del drenaje, infecciones y enfermedades de origen parasitario, enfermedades del sistema musco esquelético y tejidos conectivos, disminución de la oferta hídrica, afectación a la salud.

Tabla 18. Problemáticas asociadas a la gestión de los residuos ordinarios

Tipo	Código	Problemática	Aplica
De gestión	PG-01	Elevada tasa de generación de residuos	Si
De gestión	PG-02	Estrategias insuficientes para la prevención	Si
De gestión	PG-03	Baja tasa de separación	Si
De gestión	PG-04	Responsabilidad insuficiente del generador	Si
De gestión	PG-05	Inadecuado sistema de recolección	Si
De gestión	PG-06	Baja cobertura de recolección	Si
De gestión	PG-07	Rutas y horarios de recolección ineficiente	Si
De gestión	PG-08	Sistemas de aprovechamiento inadecuados	Si
De gestión	PG-09	Alto porcentaje de informalidad	Si
De gestión	PG-10	Falta de integración entre actores	Si
De gestión	PG-11	Bajo porcentaje de aprovechamiento	Si
De gestión	PG-12	Baja implementación de sistemas de tratamiento adecuados	Si
De gestión	PG-13	Baja implementación de sistemas de disposición final adecuados	Si
De gestión	PG-14	Fallas en los instrumentos de planificación territorial	Si
De gestión	PG-15	Debilidad institucional	Si
Ambiental	PA-01	Deterioro o contaminación del agua	Si
Ambiental	PA-02	Disminución de la oferta hídrica	Si
Ambiental	PA-03	Alteración del drenaje	Si
Ambiental	PA-04	Deterioro o contaminación del aire	Si
Ambiental	PA-05	Generación de ruido	Si
Ambiental	PA-06	Generación de olores ofensivos	Si
Ambiental	PA-07	Deterioro o contaminación del suelo	Si
Ambiental	PA-08	Cambio en el uso del suelo	Si
Ambiental	PA-09	Afectación al paisaje	Si
Ambiental	PA-10	Afectación al hábitat	Si
Ambiental	PA-11	Afectación de la flora y fauna terrestre	Si
Ambiental	PA-12	Afectación de la flora y fauna acuática	Si
Ambiental	PA-13	Afectación al bienestar social	Si
Ambiental	PA-14	Afectación a la salud	Si
Ambiental	PA-15	Afectaciones económicas	Si
De salud	PS-01	Infecciones y enfermedades de origen parasitario	Si
De salud	PS-02	Neoplasmas	No
De salud	PS-03	Enfermedades del oído	Si

Tipo	Código	Problemática	Aplica
De salud	PS-04	Enfermedades mentales y de comportamiento	Si
De salud	PS-05	Enfermedades sanguíneas y del sistema inmune	Si
De salud	PS-06	Enfermedades de los ojos	Si
De salud	PS-07	Enfermedades del sistema nervioso	No
De salud	PS-08	Infecciones del sistema respiratorio	Si
De salud	PS-09	Infecciones del sistema digestivo	No
De salud	PS-10	Enfermedades de la piel y tejido subcutáneo	No
De salud	PS-11	Enfermedades del sistema musculo esquelético y tejidos conectivos	Si
De salud	PS-12	Malformaciones congénitas	No
De salud	PS-13	Lecciones, envenenamientos y otras causas externas	Si
De salud	PS-14	Causas externas de morbi-mortalidad	Si
De salud	PS-15	Acceso y calidad de servicios de salud	Si

Fuente: presente estudio

Tabla 19. Resultados de la priorización para residuos ordinarios

N o	CÓDI GO	PROBLEMÁTICA	GRADO DE SALIDA	GRADO DE SALIDA NORMALIZA DO
1	PG-15	Debilidad institucional	38	100,0%
2	PA-13	Afectación al bienestar social	36	94,7%
3	PG-14	Fallas en los instrumentos de planificación territorial	31	81,6%
4	PG-04	Responsabilidad insuficiente del generador	29	76,3%
5	PG-01	Elevada tasa de generación de residuos	27	71,1%
6	PG-09	Alto porcentaje de informalidad	26	68,4%
7	PG-02	Estrategias insuficientes para la prevención	25	65,8%
8	PG-08	Sistemas de aprovechamiento inadecuados	25	65,8%
9	PG-13	Baja implementación de sistemas de disposición final adecuados	25	65,8%
12	PA-08	Cambio en el uso del suelo	24	63,2%
10	PG-10	Falta de integración entre actores	24	63,2%
11	PG-12	Baja implementación de sistemas de tratamiento adecuados	24	63,2%
13	PG-06	Baja cobertura de recolección	23	60,5%
14	PG-11	Bajo porcentaje de aprovechamiento	22	57,9%
17	PA-01	Deterioro o contaminación del agua	19	50,0%
15	PG-05	Inadecuado sistema de recolección	19	50,0%
16	PG-07	Rutas y horarios de recolección ineficiente	19	50,0%
18	PA-07	Deterioro o contaminación del suelo	18	47,4%
19	PA-04	Deterioro o contaminación del aire	17	44,7%
20	PS-15	Acceso y calidad de servicios de salud	17	44,7%
21	PA-11	Afectación de la flora y fauna terrestre	16	42,1%
22	PS-05	Enfermedades sanguíneas y del sistema inmune	16	42,1%
23	PG-03	Baja tasa de separación	15	39,5%

N o	CÓDIGO	PROBLEMÁTICA	GRADO DE SALIDA	GRADO DE SALIDA NORMALIZADO
24	PS-13	Lecciones, envenenamientos y otras causas externas	15	39,5%
25	PS-14	Causas externas de morbi-mortalidad	15	39,5%
26	PA-03	Alteración del drenaje	14	36,8%
27	PS-01	Infecciones y enfermedades de origen parasitario	14	36,8%
28	PS-11	Enfermedades del sistema musco esquelético y tejidos conectivos	14	36,8%
29	PA-02	Disminución de la oferta hídrica	13	34,2%
30	PA-14	Afectación a la salud	13	34,2%
31	PS-06	Enfermedades de los ojos	12	31,6%
32	PA-12	Afectación de la flora y fauna acuática	11	28,9%
33	PS-03	Enfermedades del oído	11	28,9%
34	PS-08	Infecciones del sistema respiratorio	11	28,9%
35	PA-05	Generación de ruido	8	21,1%
36	PA-06	Generación de olores ofensivos	5	13,2%
37	PA-09	Afectación al paisaje	3	7,9%
38	PA-10	Afectación al hábitat	2	5,3%
39	PA-15	Afectaciones económicas	2	5,3%

Fuente: presente estudio

3.2.2. Análisis de las problemáticas en los residuos peligrosos

Para realizar el análisis de las problemáticas asociadas a la gestión de los residuos peligrosos se tuvieron en cuenta aquellas que figuran con “Si” en la columna aplica de la *Tabla 20*. Los resultados obtenidos para el grado de salida y el grado de salida normalizado, se muestra en la *Tabla 21*. El diagrama de redes se muestra en la *Figura 5*.

De acuerdo con los resultados las problemáticas a abordar en el corto plazo son: debilidad institucional, afectación al bienestar social, fallas en los instrumentos de planificación territorial, alto porcentaje de informalidad, sistemas de aprovechamiento inadecuados, baja implementación de sistemas de disposición, final adecuados, baja implementación de sistemas de tratamiento adecuados, cambio en el uso del suelo y bajo porcentaje de aprovechamiento.

Las problemáticas a abordar en el mediano plazo son: falta de integración entre actores, rutas y horarios de recolección ineficiente, deterioro o contaminación del agua, deterioro o contaminación del aire, inadecuado sistema de recolección, deterioro o contaminación del suelo, afectación de la flora y fauna terrestre, acceso y calidad de servicios de salud, enfermedades sanguíneas y del sistema inmune, malformaciones congénitas, lecciones, envenenamientos y otras causas externas, infecciones y enfermedades de origen parasitario, afectación a la salud, causas externas de morbi-mortalidad, afectación de la flora y fauna acuática, neoplasmas, disminución de la oferta hídrica, enfermedades mentales y de comportamiento e infecciones del sistema digestivo.

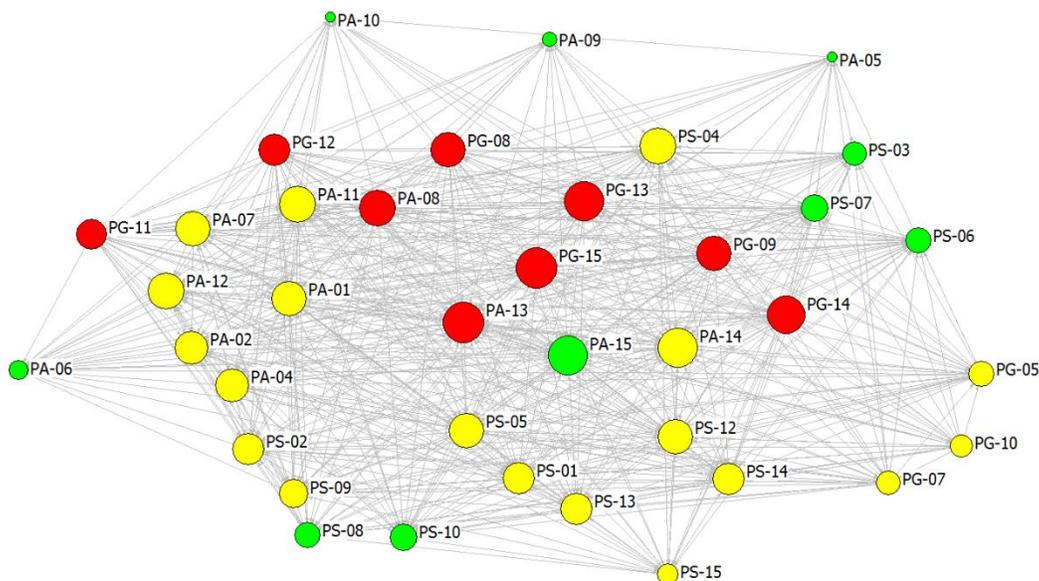


Figura 5. Red de problemáticas de los residuos peligrosos. Fuente: presente estudio.

Tabla 20. Problemáticas asociadas a la gestión de los residuos peligrosos

TIPO	Código	Problemática	Aplica
DE GESTIÓN	PG-01	Elevada tasa de generación de residuos	No
DE GESTIÓN	PG-02	Estrategias insuficientes para la prevención	No
DE GESTIÓN	PG-03	Baja tasa de separación	No
DE GESTIÓN	PG-04	Responsabilidad insuficiente del generador	No
DE GESTIÓN	PG-05	Inadecuado sistema de recolección	Si
DE GESTIÓN	PG-06	Baja cobertura de recolección	No
DE GESTIÓN	PG-07	Rutas y horarios de recolección ineficiente	Si
DE GESTIÓN	PG-08	Sistemas de aprovechamiento inadecuados	Si
DE GESTIÓN	PG-09	Alto porcentaje de informalidad	Si
DE GESTIÓN	PG-10	Falta de integración entre actores	Si
DE GESTIÓN	PG-11	Bajo porcentaje de aprovechamiento	Si
DE GESTIÓN	PG-12	Baja implementación de sistemas de tratamiento adecuados	Si
DE GESTIÓN	PG-13	Baja implementación de sistemas de disposición final adecuados	Si
DE GESTIÓN	PG-14	Fallas en los instrumentos de planificación territorial	Si
DE GESTIÓN	PG-15	Debilidad institucional	Si
AMBIENTAL	PA-01	Deterioro o contaminación del agua	Si
AMBIENTAL	PA-02	Disminución de la oferta hídrica	Si
AMBIENTAL	PA-03	Alteración del drenaje	No
AMBIENTAL	PA-04	Deterioro o contaminación del aire	Si
AMBIENTAL	PA-05	Generación de ruido	Si
AMBIENTAL	PA-06	Generación de olores ofensivos	Si
AMBIENTAL	PA-07	Deterioro o contaminación del suelo	Si
AMBIENTAL	PA-08	Cambio en el uso del suelo	Si
AMBIENTAL	PA-09	Afectación al paisaje	Si
AMBIENTAL	PA-10	Afectación al hábitat	Si

TIPO	Código	Problemática	Aplica
AMBIENTAL	PA-11	Afectación de la flora y fauna terrestre	Si
AMBIENTAL	PA-12	Afectación de la flora y fauna acuática	Si
AMBIENTAL	PA-13	Afectación al bienestar social	Si
AMBIENTAL	PA-14	Afectación a la salud	Si
AMBIENTAL	PA-15	Afectaciones económicas	Si
DE SALUD	PS-01	Infecciones y enfermedades de origen parasitario	Si
DE SALUD	PS-02	Neoplasmas	Si
DE SALUD	PS-03	Enfermedades del oído	Si
DE SALUD	PS-04	Enfermedades mentales y de comportamiento	Si
DE SALUD	PS-05	Enfermedades sanguíneas y del sistema inmune	Si
DE SALUD	PS-06	Enfermedades de los ojos	Si
DE SALUD	PS-07	Enfermedades del sistema nervioso	Si
DE SALUD	PS-08	Infecciones del sistema respiratorio	Si
DE SALUD	PS-09	Infecciones del sistema digestivo	Si
DE SALUD	PS-10	Enfermedades de la piel y tejido subcutáneo	Si
DE SALUD	PS-11	Enfermedades del sistema musco esquelético y tejidos conectivos	No
DE SALUD	PS-12	Malformaciones congénitas	Si
DE SALUD	PS-13	Lecciones, envenenamientos y otras causas externas	Si
DE SALUD	PS-14	Causas externas de morbi-mortalidad	Si
DE SALUD	PS-15	Acceso y calidad de servicios de salud	Si

Fuente: presente estudio

Tabla 21. Resultados de la priorización para residuos peligrosos

N°	Código	Problemática	Grado de salida	Grado de salida normalizado
1	PG-15	Debilidad institucional	37	100,00%
2	PA-13	Afectación al bienestar social	36	97,30%
3	PG-14	Fallas en los instrumentos de planificación territorial	33	89,20%
4	PG-09	Alto porcentaje de informalidad	30	81,10%
5	PG-08	Sistemas de aprovechamiento inadecuados	29	78,40%
6	PG-13	Baja implementación de sistemas de disposición final adecuados	29	78,40%
7	PG-12	Baja implementación de sistemas de tratamiento adecuados	28	75,70%
8	PA-08	Cambio en el uso del suelo	28	75,70%
9	PG-11	Bajo porcentaje de aprovechamiento	26	70,30%
10	PG-10	Falta de integración entre actores	24	64,90%
11	PG-07	Rutas y horarios de recolección ineficiente	23	62,20%
12	PA-01	Deterioro o contaminación del agua	23	62,20%
13	PA-04	Deterioro o contaminación del aire	23	62,20%
14	PG-05	Inadecuado sistema de recolección	22	59,50%
15	PA-07	Deterioro o contaminación del suelo	22	59,50%
16	PA-11	Afectación de la flora y fauna terrestre	22	59,50%
17	PS-15	Acceso y calidad de servicios de salud	21	56,80%
18	PS-05	Enfermedades sanguíneas y del sistema inmune	19	51,40%
19	PS-12	Malformaciones congénitas	19	51,40%
20	PS-13	Lecciones, envenenamientos y otras causas externas	19	51,40%

N°	Código	Problemática	Grado de salida	Grado de salida normalizado
21	PS-01	Infecciones y enfermedades de origen parasitario	18	48,60%
22	PA-14	Afectación a la salud	17	45,90%
23	PS-14	Causas externas de morbi-mortalidad	17	45,90%
24	PA-12	Afectación de la flora y fauna acuática	15	40,50%
25	PS-02	Neoplasmas	15	40,50%
26	PA-02	Disminución de la oferta hídrica	14	37,80%
27	PS-04	Enfermedades mentales y de comportamiento	13	35,10%
28	PS-09	Infecciones del sistema digestivo	13	35,10%
29	PS-06	Enfermedades de los ojos	12	32,40%
30	PS-07	Enfermedades del sistema nervioso	12	32,40%
31	PS-03	Enfermedades del oído	11	29,70%
32	PS-08	Infecciones del sistema respiratorio	11	29,70%
33	PA-05	Generación de ruido	10	27,00%
34	PS-10	Enfermedades de la piel y tejido subcutáneo	10	27,00%
35	PA-06	Generación de olores ofensivos	6	16,20%
36	PA-09	Afectación al paisaje	4	10,80%
37	PA-15	Afectaciones económicas	3	8,10%
38	PA-10	Afectación al hábitat	2	5,40%

Fuente: presente estudio.

3.2.3. Análisis de las problemáticas en los residuos especiales

Para realizar el análisis de las problemáticas asociadas a la gestión de los residuos especiales se tuvieron en cuenta aquellas que figuran con “Si” en la columna aplica de la *Tabla 22*. Los resultados obtenidos para el grado de salida y el grado de salida normalizado, se muestra en la *Tabla 23*. El diagrama de redes se muestra en la *Figura 6*.

De acuerdo con los resultados las problemáticas a abordar en el corto plazo son: debilidad institucional, afectación al bienestar social, fallas en los instrumentos de planificación territorial, responsabilidad insuficiente del generador, elevada tasa de generación de residuos, alto porcentaje de informalidad, estrategias insuficientes para la prevención, sistemas de aprovechamiento inadecuados, falta de integración entre actores, baja implementación de sistemas de disposición final adecuados, baja implementación de sistemas de tratamiento adecuados y cambio en el uso del suelo.

Las problemáticas a abordar en el mediano plazo son: baja cobertura de recolección, bajo porcentaje de aprovechamiento, inadecuado sistema de recolección, rutas y horarios de recolección ineficiente, deterioro o contaminación del agua, deterioro o contaminación del suelo, acceso y calidad de servicios de salud, deterioro o contaminación del aire, afectación de la flora y fauna terrestre, enfermedades sanguíneas y del sistema inmune, lecciones, envenenamientos y otras causas externas, baja tasa de separación, causas externas de morbi-mortalidad, afectación a la salud, infecciones y enfermedades de origen parasitario, enfermedades del sistema musculo esquelético y tejidos conectivos, alteración del drenaje y neoplasmas.

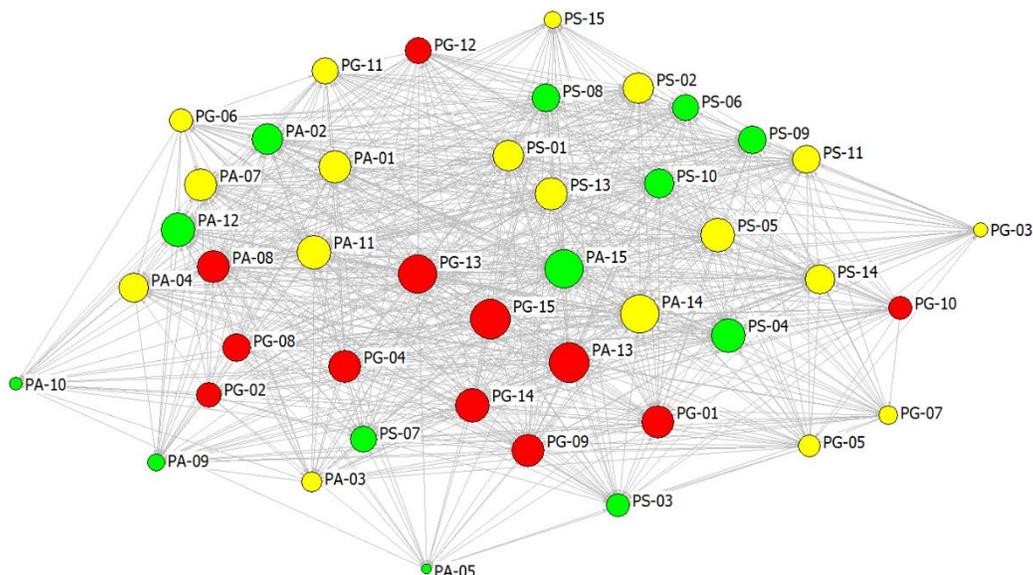


Figura 6. Red de problemáticas de los residuos especiales. Fuente: presente estudio.

Tabla 22. Problemáticas asociadas a la gestión de los residuos especiales

Tipo	Código	Problemática	Aplica
De gestión	PG-01	Elevada tasa de generación de residuos	Si
De gestión	PG-02	Estrategias insuficientes para la prevención	Si
De gestión	PG-03	Baja tasa de separación	Si
De gestión	PG-04	Responsabilidad insuficiente del generador	Si
De gestión	PG-05	Inadecuado sistema de recolección	Si
De gestión	PG-06	Baja cobertura de recolección	Si
De gestión	PG-07	Rutas y horarios de recolección ineficiente	Si
De gestión	PG-08	Sistemas de aprovechamiento inadecuados	Si
De gestión	PG-09	Alto porcentaje de informalidad	Si
De gestión	PG-10	Falta de integración entre actores	Si
De gestión	PG-11	Bajo porcentaje de aprovechamiento	Si
De gestión	PG-12	Baja implementación de sistemas de tratamiento adecuados	Si
De gestión	PG-13	Baja implementación de sistemas de disposición final adecuados	Si
De gestión	PG-14	Fallas en los instrumentos de planificación territorial	Si
De gestión	PG-15	Debilidad institucional	Si
Ambiental	PA-01	Deterioro o contaminación del agua	Si
Ambiental	PA-02	Disminución de la oferta hídrica	Si
Ambiental	PA-03	Alteración del drenaje	Si
Ambiental	PA-04	Deterioro o contaminación del aire	Si
Ambiental	PA-05	Generación de ruido	Si
Ambiental	PA-06	Generación de olores ofensivos	No
Ambiental	PA-07	Deterioro o contaminación del suelo	Si
Ambiental	PA-08	Cambio en el uso del suelo	Si
Ambiental	PA-09	Afectación al paisaje	Si
Ambiental	PA-10	Afectación al hábitat	Si

Tipo	Código	Problemática	Aplica
Ambiental	PA-11	Afectación de la flora y fauna terrestre	Si
Ambiental	PA-12	Afectación de la flora y fauna acuática	Si
Ambiental	PA-13	Afectación al bienestar social	Si
Ambiental	PA-14	Afectación a la salud	Si
Ambiental	PA-15	Afectaciones económicas	Si
De salud	PS-01	Infecciones y enfermedades de origen parasitario	Si
De salud	PS-02	Neoplasmas	Si
De salud	PS-03	Enfermedades del oído	Si
De salud	PS-04	Enfermedades mentales y de comportamiento	Si
De salud	PS-05	Enfermedades sanguíneas y del sistema inmune	Si
De salud	PS-06	Enfermedades de los ojos	Si
De salud	PS-07	Enfermedades del sistema nervioso	Si
De salud	PS-08	Infecciones del sistema respiratorio	Si
De salud	PS-09	Infecciones del sistema digestivo	Si
De salud	PS-10	Enfermedades de la piel y tejido subcutáneo	Si
De salud	PS-11	Enfermedades del sistema musculo esquelético y tejidos conectivos	Si
De salud	PS-12	Malformaciones congénitas	No
De salud	PS-13	Lecciones, envenenamientos y otras causas externas	Si
De salud	PS-14	Causas externas de morbi-mortalidad	Si
De salud	PS-15	Acceso y calidad de servicios de salud	Si

Fuente: presente estudio.

Tabla 23. Resultados de la priorización para residuos especiales

N°	Código	Problemática	Grado de salida	Grado de salida normalizado
1	PG-15	Debilidad institucional	42	100,00%
2	PA-13	Afectación al bienestar social	40	95,20%
3	PG-14	Fallas en los instrumentos de planificación territorial	35	83,30%
4	PG-04	Responsabilidad insuficiente del generador	33	78,60%
5	PG-01	Elevada tasa de generación de residuos	31	73,80%
6	PG-09	Alto porcentaje de informalidad	30	71,40%
7	PG-02	Estrategias insuficientes para la prevención	29	69,00%
8	PG-08	Sistemas de aprovechamiento inadecuados	29	69,00%
9	PG-10	Falta de integración entre actores	29	69,00%
10	PG-13	Baja implementación de sistemas de disposición final adecuados	29	69,00%
11	PG-12	Baja implementación de sistemas de tratamiento adecuados	28	66,70%
12	PA-08	Cambio en el uso del suelo	28	66,70%
13	PG-06	Baja cobertura de recolección	27	64,30%
14	PG-11	Bajo porcentaje de aprovechamiento	26	61,90%
15	PG-05	Inadecuado sistema de recolección	23	54,80%
16	PG-07	Rutas y horarios de recolección ineficiente	23	54,80%
17	PA-01	Deterioro o contaminación del agua	23	54,80%
18	PA-07	Deterioro o contaminación del suelo	22	52,40%
19	PS-15	Acceso y calidad de servicios de salud	22	52,40%
20	PA-04	Deterioro o contaminación del aire	21	50,00%
21	PA-11	Afectación de la flora y fauna terrestre	21	50,00%
22	PS-05	Enfermedades sanguíneas y del sistema inmune	21	50,00%
23	PS-13	Lecciones, envenenamientos y otras causas externas	20	47,60%

N°	Código	Problemática	Grado de salida	Grado de salida normalizado
24	PG-03	Baja tasa de separación	19	45,20%
25	PS-14	Causas externas de morbi-mortalidad	19	45,20%
26	PA-14	Afectación a la salud	18	42,90%
27	PS-01	Infecciones y enfermedades de origen parasitario	17	40,50%
28	PS-11	Enfermedades del sistema musco esquelético y tejidos conectivos	16	38,10%
29	PA-03	Alteración del drenaje	15	35,70%
30	PS-02	Neoplasmas	15	35,70%
31	PA-12	Afectación de la flora y fauna acuática	14	33,30%
32	PS-04	Enfermedades mentales y de comportamiento	14	33,30%
33	PA-02	Disminución de la oferta hídrica	13	31,00%
34	PS-06	Enfermedades de los ojos	13	31,00%
35	PS-07	Enfermedades del sistema nervioso	13	31,00%
36	PS-09	Infecciones del sistema digestivo	13	31,00%
37	PS-03	Enfermedades del oído	12	28,60%
38	PS-08	Infecciones del sistema respiratorio	12	28,60%
39	PS-10	Enfermedades de la piel y tejido subcutáneo	11	26,20%
40	PA-05	Generación de ruido	10	23,80%
41	PA-09	Afectación al paisaje	4	9,50%
42	PA-15	Afectaciones económicas	3	7,10%
43	PA-10	Afectación al hábitat	2	4,80%

Fuente: presente estudio.

3.2.4. Análisis de las problemáticas de los residuos posconsumo

Para realizar el análisis de las problemáticas asociadas a la gestión de los residuos posconsumo se tuvieron en cuenta aquellas que figuran con “Si” en la columna aplica de la *Tabla 24*. Los resultados obtenidos para el grado de salida y el grado de salida normalizado, se muestra en la *Tabla 25*. El diagrama de redes se muestra en la *Figura 7*.

De acuerdo con los resultados las problemáticas a abordar en el corto plazo son: debilidad institucional, afectación al bienestar social, responsabilidad insuficiente del generador, fallas en los instrumentos de planificación territorial, alto porcentaje de informalidad, sistemas de aprovechamiento inadecuados, baja implementación de sistemas de disposición final adecuados, estrategias insuficientes para la prevención, baja implementación de sistemas de tratamiento adecuados, cambio en el uso del suelo y bajo porcentaje de aprovechamiento.

Las problemáticas a abordar en el mediano plazo son: falta de integración entre actores, inadecuado sistema de recolección, deterioro o contaminación del agua, deterioro o contaminación del aire, deterioro o contaminación del suelo, afectación de la flora y fauna terrestre, acceso y calidad de servicios de salud, baja tasa de separación, enfermedades sanguíneas y del sistema inmune, malformaciones congénitas, lecciones, envenenamientos y otras causas externas, infecciones y enfermedades de origen parasitario, afectación a la salud, causas externas de morbi-mortalidad, alteración del drenaje, afectación de la flora y fauna acuática, neoplasmas y disminución de la oferta hídrica.

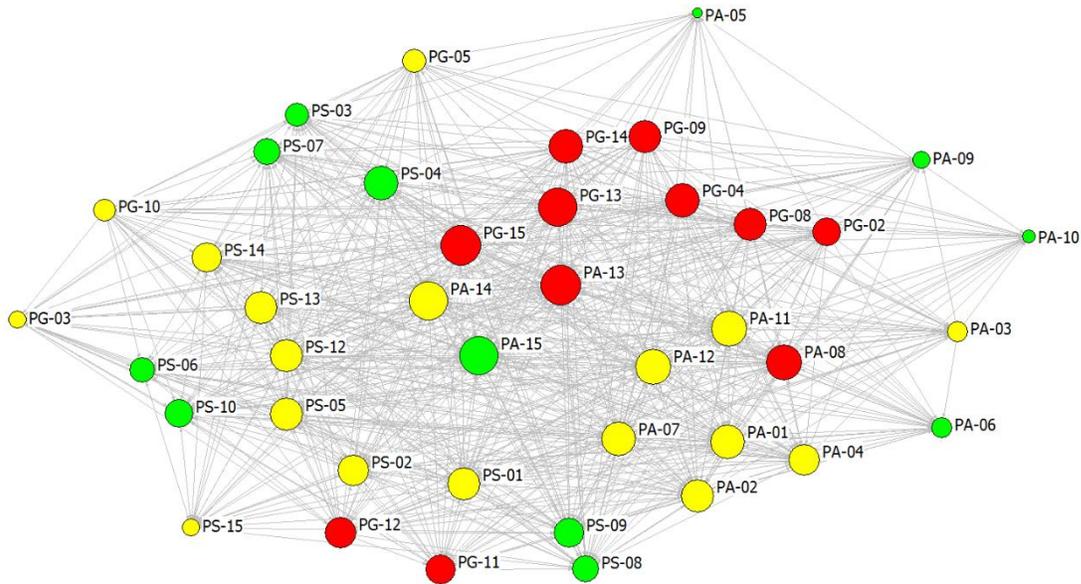


Figura 7. Red de problemáticas de los residuos posconsumo. Fuente: presente estudio.

Tabla 24. Problemáticas asociadas a la gestión de los residuos posconsumo

Tipo	Código	Problemática	Aplica
De gestión	PG-01	Elevada tasa de generación de residuos	No
De gestión	PG-02	Estrategias insuficientes para la prevención	Si
De gestión	PG-03	Baja tasa de separación	Si
De gestión	PG-04	Responsabilidad insuficiente del generador	Si
De gestión	PG-05	Inadecuado sistema de recolección	Si
De gestión	PG-06	Baja cobertura de recolección	No
De gestión	PG-07	Rutas y horarios de recolección ineficiente	No
De gestión	PG-08	Sistemas de aprovechamiento inadecuados	Si
De gestión	PG-09	Alto porcentaje de informalidad	Si
De gestión	PG-10	Falta de integración entre actores	Si
De gestión	PG-11	Bajo porcentaje de aprovechamiento	Si
De gestión	PG-12	Baja implementación de sistemas de tratamiento adecuados	Si
De gestión	PG-13	Baja implementación de sistemas de disposición final adecuados	Si
De gestión	PG-14	Fallas en los instrumentos de planificación territorial	Si
De gestión	PG-15	Debilidad institucional	Si
Ambiental	PA-01	Deterioro o contaminación del agua	Si
Ambiental	PA-02	Disminución de la oferta hídrica	Si
Ambiental	PA-03	Alteración del drenaje	Si
Ambiental	PA-04	Deterioro o contaminación del aire	Si
Ambiental	PA-05	Generación de ruido	Si
Ambiental	PA-06	Generación de olores ofensivos	Si
Ambiental	PA-07	Deterioro o contaminación del suelo	Si
Ambiental	PA-08	Cambio en el uso del suelo	Si
Ambiental	PA-09	Afectación al paisaje	Si
Ambiental	PA-10	Afectación al hábitat	Si

Ambiental	PA-11	Afectación de la flora y fauna terrestre	Si
Ambiental	PA-12	Afectación de la flora y fauna acuática	Si
Ambiental	PA-13	Afectación al bienestar social	Si
Ambiental	PA-14	Afectación a la salud	Si
Ambiental	PA-15	Afectaciones económicas	Si
De salud	PS-01	Infecciones y enfermedades de origen parasitario	Si
De salud	PS-02	Neoplasmas	Si
De salud	PS-03	Enfermedades del oído	Si
De salud	PS-04	Enfermedades mentales y de comportamiento	Si
De salud	PS-05	Enfermedades sanguíneas y del sistema inmune	Si
De salud	PS-06	Enfermedades de los ojos	Si
De salud	PS-07	Enfermedades del sistema nervioso	Si
De salud	PS-08	Infecciones del sistema respiratorio	Si
De salud	PS-09	Infecciones del sistema digestivo	Si
De salud	PS-10	Enfermedades de la piel y tejido subcutáneo	Si
De salud	PS-11	Enfermedades del sistema musculo esquelético y tejidos conectivos	No
De salud	PS-12	Malformaciones congénitas	Si
De salud	PS-13	Lecciones, envenenamientos y otras causas externas	Si
De salud	PS-14	Causas externas de morbi-mortalidad	Si
De salud	PS-15	Acceso y calidad de servicios de salud	Si

Fuente: presente estudio.

Tabla 25. Resultados de la priorización para residuos posconsumo

N°	Código	Problemática	Grado de salida	Grado de salida normalizado
1	PG-15	Debilidad institucional	40	100,00%
2	PA-13	Afectación al bienestar social	38	95,00%
3	PG-04	Responsabilidad insuficiente del generador	33	82,50%
4	PG-14	Fallas en los instrumentos de planificación territorial	33	82,50%
5	PG-09	Alto porcentaje de informalidad	31	77,50%
6	PG-08	Sistemas de aprovechamiento inadecuados	30	75,00%
7	PG-13	Baja implementación de sistemas de disposición final adecuados	30	75,00%
8	PG-02	Estrategias insuficientes para la prevención	29	72,50%
9	PG-12	Baja implementación de sistemas de tratamiento adecuados	29	72,50%
10	PA-08	Cambio en el uso del suelo	29	72,50%
11	PG-11	Bajo porcentaje de aprovechamiento	27	67,50%
12	PG-10	Falta de integración entre actores	26	65,00%
13	PG-05	Inadecuado sistema de recolección	24	60,00%
14	PA-01	Deterioro o contaminación del agua	24	60,00%
15	PA-04	Deterioro o contaminación del aire	23	57,50%
16	PA-07	Deterioro o contaminación del suelo	23	57,50%
17	PA-11	Afectación de la flora y fauna terrestre	22	55,00%
18	PS-15	Acceso y calidad de servicios de salud	21	52,50%
19	PG-03	Baja tasa de separación	20	50,00%
20	PS-05	Enfermedades sanguíneas y del sistema inmune	19	47,50%
21	PS-12	Malformaciones congénitas	19	47,50%
22	PS-13	Lecciones, envenenamientos y otras causas externas	19	47,50%

N°	Código	Problemática	Grado de salida	Grado de salida normalizado
23	PS-01	Infecciones y enfermedades de origen parasitario	18	45,00%
24	PA-14	Afectación a la salud	17	42,50%
25	PS-14	Causas externas de morbi-mortalidad	17	42,50%
26	PA-03	Alteración del drenaje	16	40,00%
27	PA-12	Afectación de la flora y fauna acuática	16	40,00%
28	PS-02	Neoplasmas	15	37,50%
29	PA-02	Disminución de la oferta hídrica	14	35,00%
30	PS-04	Enfermedades mentales y de comportamiento	13	32,50%
31	PS-09	Infecciones del sistema digestivo	13	32,50%
32	PS-06	Enfermedades de los ojos	12	30,00%
33	PS-07	Enfermedades del sistema nervioso	12	30,00%
34	PS-03	Enfermedades del oído	11	27,50%
35	PS-08	Infecciones del sistema respiratorio	11	27,50%
36	PA-05	Generación de ruido	10	25,00%
37	PS-10	Enfermedades de la piel y tejido subcutáneo	10	25,00%
38	PA-06	Generación de olores ofensivos	6	15,00%
39	PA-09	Afectación al paisaje	4	10,00%
40	PA-15	Afectaciones económicas	3	7,50%
41	PA-10	Afectación al hábitat	2	5,00%

Fuente: presente estudio.

3.2.5. Análisis de las problemáticas en general

Para realizar el análisis de las problemáticas asociadas a la gestión de los residuos en general se tuvieron en cuenta las 45 problemáticas identificadas, resultados obtenidos para el grado de salida y el grado de salida normalizado, se muestra en la *Tabla 26*. El diagrama de redes se muestra en la *Figura 8*.

De acuerdo con los resultados las problemáticas a abordar en el corto plazo son: debilidad institucional, afectación al bienestar social, fallas en los instrumentos de planificación territorial, responsabilidad insuficiente del generador, elevada tasa de generación de residuos, alto porcentaje de informalidad, estrategias insuficientes para la prevención, sistemas de aprovechamiento inadecuados, baja implementación de sistemas de disposición, final adecuados, falta de integración entre actores, baja implementación de sistemas de tratamiento adecuados y cambio en el uso del suelo.

Las problemáticas a abordar en el mediano plazo son: baja cobertura de recolección, bajo porcentaje de aprovechamiento, inadecuado sistema de recolección, rutas y horarios de recolección ineficiente, deterioro o contaminación del agua, deterioro o contaminación del suelo, deterioro o contaminación del aire, acceso y calidad de servicios de salud, afectación de la flora y fauna terrestre, baja tasa de separación, enfermedades sanguíneas y del sistema inmune, malformaciones congénitas, lecciones, envenenamientos y otras causas externas, afectación a la salud, infecciones y enfermedades de origen parasitario, causas externas de morbi-mortalidad, neoplasmas, alteración del drenaje, afectación de la flora y fauna acuática, y enfermedades del sistema musco esquelético y tejidos conectivos.

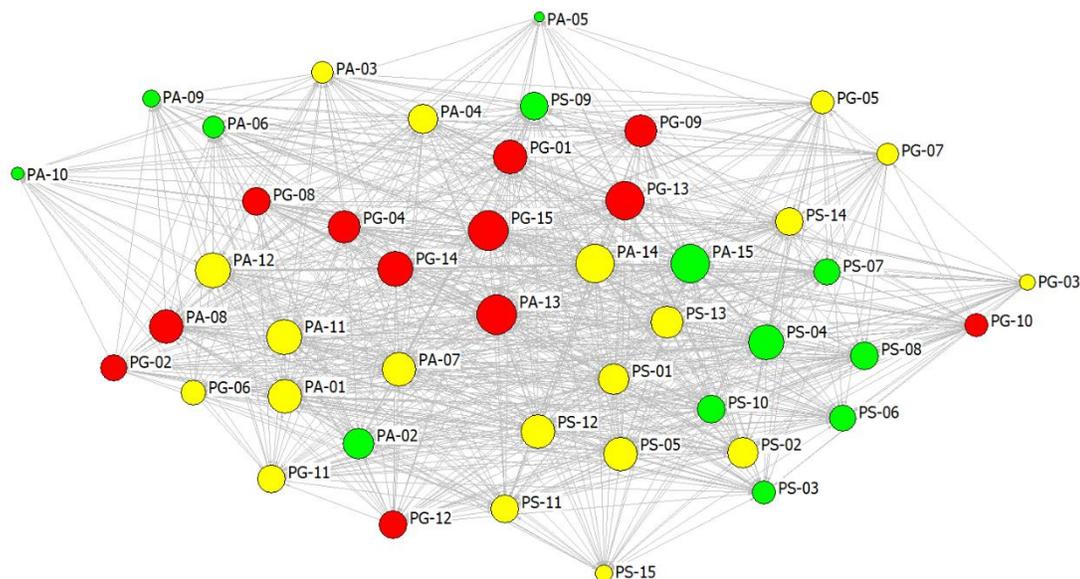


Figura 8. Red de problemáticas de los residuos en general. Fuente: presente estudio.

Tabla 26. Resultados de la priorización para los residuos en general

N°	Código	Problemática	Grado de salida	Grado de salida normalizado
1	PG-15	Debilidad institucional	44	100,00%
2	PA-13	Afectación al bienestar social	42	95,50%
3	PG-14	Fallas en los instrumentos de planificación territorial	37	84,10%
4	PG-04	Responsabilidad insuficiente del generador	35	79,50%
5	PG-01	Elevada tasa de generación de residuos	33	75,00%
6	PG-09	Alto porcentaje de informalidad	32	72,70%
7	PG-02	Estrategias insuficientes para la prevención	31	70,50%
8	PG-08	Sistemas de aprovechamiento inadecuados	31	70,50%
9	PG-13	Baja implementación de sistemas de disposición final adecuados	31	70,50%
10	PG-10	Falta de integración entre actores	30	68,20%
11	PG-12	Baja implementación de sistemas de tratamiento adecuados	30	68,20%
12	PA-08	Cambio en el uso del suelo	30	68,20%
13	PG-06	Baja cobertura de recolección	29	65,90%
14	PG-11	Bajo porcentaje de aprovechamiento	28	63,60%
15	PG-05	Inadecuado sistema de recolección	25	56,80%
16	PG-07	Rutas y horarios de recolección ineficiente	25	56,80%
17	PA-01	Deterioro o contaminación del agua	25	56,80%
18	PA-07	Deterioro o contaminación del suelo	24	54,50%
19	PA-04	Deterioro o contaminación del aire	23	52,30%
20	PS-15	Acceso y calidad de servicios de salud	23	52,30%
21	PA-11	Afectación de la flora y fauna terrestre	22	50,00%
22	PG-03	Baja tasa de separación	21	47,70%
23	PS-05	Enfermedades sanguíneas y del sistema inmune	21	47,70%
24	PS-12	Malformaciones congénitas	21	47,70%

N°	Código	Problemática	Grado de salida	Grado de salida normalizado
25	PS-13	Lecciones, envenenamientos y otras causas externas	21	47,70%
26	PA-14	Afectación a la salud	19	43,20%
27	PS-01	Infecciones y enfermedades de origen parasitario	19	43,20%
28	PS-14	Causas externas de morbi-mortalidad	19	43,20%
29	PS-02	Neoplasmas	17	38,60%
30	PA-03	Alteración del drenaje	16	36,40%
31	PA-12	Afectación de la flora y fauna acuática	16	36,40%
32	PS-11	Enfermedades del sistema musco esquelético y tejidos conectivos	16	36,40%
33	PA-02	Disminución de la oferta hídrica	14	31,80%
34	PS-04	Enfermedades mentales y de comportamiento	14	31,80%
35	PS-09	Infecciones del sistema digestivo	14	31,80%
36	PS-06	Enfermedades de los ojos	13	29,50%
37	PS-07	Enfermedades del sistema nervioso	13	29,50%
38	PS-03	Enfermedades del oído	12	27,30%
39	PS-08	Infecciones del sistema respiratorio	12	27,30%
40	PS-10	Enfermedades de la piel y tejido subcutáneo	11	25,00%
41	PA-05	Generación de ruido	10	22,70%
42	PA-06	Generación de olores ofensivos	6	13,60%
43	PA-09	Afectación al paisaje	4	9,10%
44	PA-15	Afectaciones económicas	3	6,80%
45	PA-10	Afectación al hábitat	2	4,50%

Fuente: presente estudio.

4. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS

En Colombia, a partir de 1950 se inició un incremento significativo de la población, de manera que entre 1940 y 2013 la población pasó de 8.5 millones a 47.7 millones de habitantes; mientras el sector urbano creció en un 500%, el rural creció solamente 35%. Este incremento de población ha venido acompañado de un aumento en la producción y consumo de bienes y servicios; así en entre los años 2010 y 2013 el Producto Interno Bruto se ha visto incrementado en un 5.1% y el consumo per cápita en el 82% (Banrep, 2013; CEPAL, 2012) (Arrieta, 2016)

4.1. Residuos Sólidos Urbanos

Aspectos como la creciente urbanización del país, la migración de población a las ciudades y el aumento del poder adquisitivo, entre otros, han generado problemas ambientales en los centros poblados; entre ellos se destaca el aumento en la producción de RSU, estimado en un 8% en las últimas décadas, y una consecuente mayor demanda de sitios y/o sistemas para su disposición final. Como resultado, actualmente en el territorio Colombiano se genera un promedio de 11,6 millones de Ton/año de RSU, lo que implica una producción Per Cápita de RSU es de 0,57 Kg/día, variando entre 0,3 a 0,9 Kg/día según las condiciones socioeconómicas de la población (SSPD, 2013; DNP, 2015). La producción de RSU per cápita es de menos de la mitad del promedio de la OCDE, pero la mayoría de los residuos se eliminan en vertederos controlados. De estos residuos generados, el 61% se concentran en las cuatro departamentos donde se ubican las cuatro ciudades más grandes y capitales del país , Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla, mientras que el 39% restante se producen en las otras 1.114 ciudades medianas y pequeñas del país (SSPD, 2011, SSPD, 2013) (Ver *Figura 9*). Se hace por tanto necesario que la política sobre residuos se reoriente, pasando de un criterio de control de la contaminación a uno de carácter preventivo (OECD/ECLAC, 2014) (Arrieta, 2016).

En cuanto a la composición de los RSU en Colombia, a diferencia de países con un mayor índice de desarrollo, se observa el predominio de los residuos orgánicos (*Tabla 27*) los cuales, sin un tratamiento adecuado, se constituyen en un peligro para el ambiente, debido a que su descomposición puede generar importantes contaminantes que afectan a las aguas superficiales y subterráneas cuando son lixiviados por la lluvia u otra fuente (Radenkova-Yaneva et al, 1995, Renou et al., 2008) (Arrieta, 2016).

En relación al manejo de residuos sólidos en Colombia, el Departamento de Planeación Nacional (DNP) en su estudio sectorial de aseo de diciembre de 2015, anuncia una crisis del sector, debido al inadecuado manejo de los procesos que conforman la estructura de los planes de gestión integral de residuos sólidos en el país. Los datos de cobertura de la recolección de residuos son de aproximadamente 97 % en áreas urbanas y de 26% para áreas rurales; sin embargo, sólo el 17 % de los residuos recolectados en las dos áreas presentan separación en la fuente. Colombia muestra muy bajas tasas de aprovechamiento y valoración de residuos, solo un 17% del total son reciclados en todo el país (DNP, 2015). A continuación se presentan los datos oficiales sobre el desarrollo de cada etapa de gestión de RSU en Colombia.

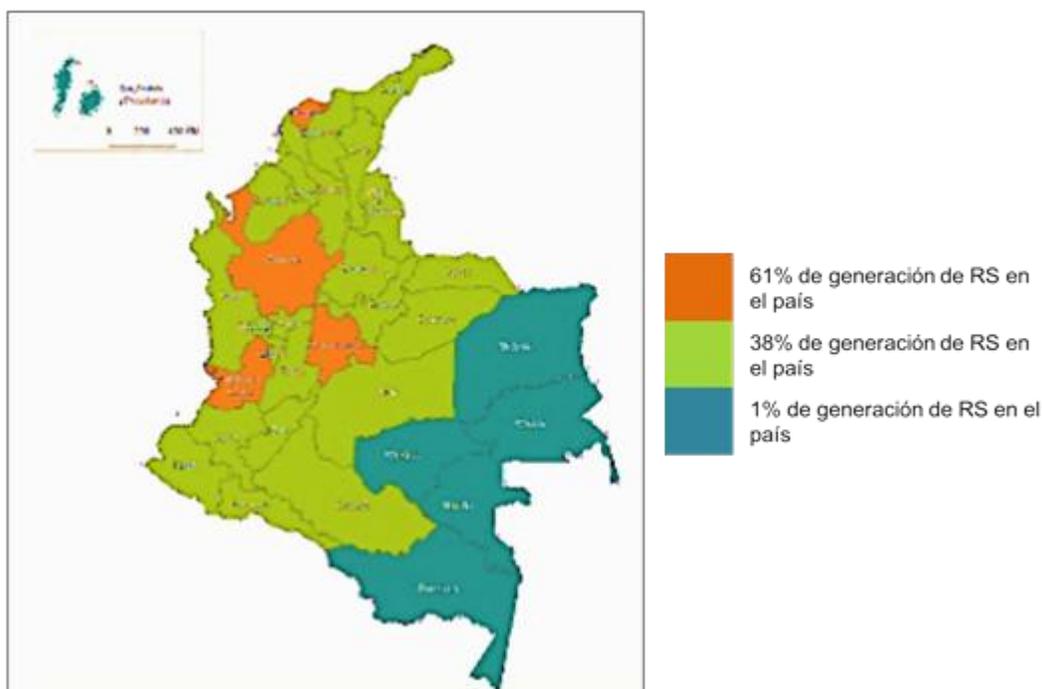


Figura 9. Distribución de generación de RSU en Colombia. Fuente: www.superservicios.gov.co

Tabla 27. Composición (%) de los RSU de Colombia y otros países

TIPO DE RESIDUOS SÓLIDOS	COLOMBIA	USA	OECD	ALC	MUNDIAL
Orgánicos (Madera, restos de comida, restos de poda)	63	20.8	27	54	46
Papel y Cartón	5	27.4	32	16	17
Plásticos	14	12.7	11	12	10
Vidrio	4	4.6	7	4	5
Metales	1	8.9	6	2	4
Otros*	13	25.6	17	12	18

* Incluye residuos sólidos patógenos, peligrosos y textiles dentro de los RSU.

Fuente: EPA, 2014; Hoornweg and Bhada-Tata, 2012; MAVDT, 2008.

4.1.1. Recolección y transporte

En Colombia el sistema de recolección de residuos sólidos se realiza por recogida en aceras, la cual consiste en que los usuarios depositan temporalmente sus residuos fuera de sus hogares en bolsas o recipientes de colores, de acuerdo con un horario establecido por las autoridades locales según reglamentación, establecida en cada uno de los PGIRS formulados por cada entidad territorial, acogiéndose a lo estipulado en el Decreto 2981 de 2013. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Calidad de Vida, en el año 2015 el servicio de recolección de basuras alcanzó una cobertura del 97,3% en cabeceras, en contraste este servicio tuvo una cobertura del 26,1% en centros poblados y rural disperso (Calidad, 2015). Por esta razón es importante resaltar que los datos y análisis que se presentan a continuación son para esas zonas o poblaciones que cuentan con alguna cobertura, dejando un 2,7%

de la población de cabeceras urbanas y un 73,9 % de población rural sin datos sobre el manejo de sus residuos generados.

Según los datos analizados en el Informe sectorial del servicio público de aseo del año 2015, se evidencia que la demanda de la actividad de recolección y transporte de residuos sólidos en el marco del servicio público de aseo, alcanzó en promedio para el año 2013 un total de 22.230,8 Ton/día para los prestadores analizados y para el año 2014, alcanzó 23.069,6 Ton/día. Se puede observar que la demanda de recolección presentó un aumento del 4% pasando de 8.114.246,19 Ton en el año 2013 a 8.420.423,45 Ton en el año 2014. Adicionalmente, se observa cómo el menor número de prestadores, concentra la mayor cantidad de residuos lo cual es proporcional a la mayor concentración del mercado (SSPD, 2015).

Según los cálculos realizados por la SSPD, se encontró que para el año 2013 se tenía una frecuencia promedio de 2,71 veces/semana y para el año 2014 se tiene una frecuencia promedio de 2,72 veces/semana, la variación entre los años analizados no fue relevante, esto indica que los planes operativos de los prestadores incluidos en el análisis, no han tenido variaciones significativas. Se debe resaltar que mayores frecuencias de recolección están relacionadas más con la densidad de los usuarios en un área y con las condiciones de temperatura de la zona y capacidad de almacenamiento de los residuos que con el número de suscriptores que atiende el prestador (SSPD, 2015).

4.1.2. Barrido y limpieza

A pesar que esta etapa de gestión solo se considera para los RSU, se considera de importancia presentan los datos de prestación de este servicio a nivel nacional, ya que las cantidades generadas de esta fase son consideradas en los datos generales. La frecuencia de barrido y limpieza promedio para el año 2014 y el año 2015 es aproximadamente de 3,74 veces por semana, por lo que se evidencia que los prestadores vigilados cumplen con lo establecido en la Resolución CRA 351 de 2005, que estipula en el parágrafo 2 del Artículo 7: “La frecuencia de barrido y limpieza promedio para el año 2014 es aproximadamente de 3,74 veces por semana, por lo que se evidencia que los prestadores vigilados cumplen con lo establecido por la metodología tarifaria. Para el 2013, el resultado es igual, observando un comportamiento similar de acuerdo con el rango de suscriptores”.

Según el reporte de información de los prestadores de barrido y limpieza de vías y áreas públicas, la demanda de la actividad para el año 2014 es de 13.000 toneladas mensuales de residuos sólidos (en promedio), provenientes de las diferentes áreas de prestación de servicio en el país (SSPD, 2015).

4.1.3. Transporte de residuos de aprovechamiento fuera del esquema de servicio de aseo

Dentro las actividades del servicio público de aseo, tal y como las define el Decreto 2981 de 2013 (recogido para la fecha de publicación de este informe en el Decreto Único 1077 de 2015), se encuentran (SSPD, 2015):

- a) Recolección.

- b) Transporte.
- c) Barrido y limpieza de vías y áreas públicas.
- d) Corte de césped, poda de árboles en las vías y áreas públicas. Transferencia.
- e) Tratamiento.
- f) Aprovechamiento.
- g) Disposición final.
- h) Lavado de áreas públicas.

Sin embargo, es importante resaltar que la actividad de aprovechamiento tiene un porcentaje importante de participación de recicladores independientes, organizados y habitantes de calle, que desarrollan la actividad de recolección de materiales aprovechables de una forma diferente al prestado por el servicio público de aseo.

De acuerdo con el Informe Nacional Condensado del Estado Nacional de Reciclaje - 2010, existen diferentes medios de transporte según la capacidad económica de los recuperadores y sus organizaciones. Las modalidades más usadas para transportar los residuos son costales, carros esferados, carritos de mercado, carretas, carros de tracción animal y vehículos automotores. La capacidad de carga varía entre 15 kilos a 4 toneladas, aunque las organizaciones y bodegas pueden disponer de camiones y tracto camiones, en el caso de la chatarra de tracto camiones, acondicionadas para transportar a granel. Dependiendo del grado de compactación de los residuos los volúmenes ocupados y del lugar al que tienen que transportarse varían el tipo de vehículos utilizados (Aluna consultores Ltda., 2011).

4.1.4. Aprovechamiento

Tomando como base la proyección de 9.488.204 Ton/año de residuos enviados para disposición final de residuos, realizada por la Superintendencia de Servicios Públicos (2008), el Informe Nacional Condensado del Estado Nacional de Reciclaje calculó que el total de residuos recuperados para el total de las 22 ciudades fue de 2.668,49 Ton/día, con un promedio de trabajo de 312 días al año, equivalente a 832.568,88 Ton/año (*Tabla 28*).

Tabla 28. RSU dispuesto y recuperados en Colombia. Porcentaje de recuperación a 2010

CONCEPTO	CANTIDAD DE RESIDUOS (TON/AÑO)		
	Ciudades*	Resto del país	Nivel nacional
Residuos dispuestos	5.455.209	4.032.994	9.488.204
Residuos recuperados	1.366.110	513.907	1.880.018
Fracción recuperada (%)	20,03 %	11,3 %	16,5 %

**Muestreo de 22 ciudades del país para la actividad industrial de recuperación de residuos.*

Fuente: SSPD (2008)

La estimación de la cantidad de residuos recuperado en las ciudades y su participación con respecto al total nacional, se realizó con base en los datos de la demanda final de la gran industria (DG), quedando fuera los datos de la información del consumo de la pequeña, mediana y micro industria (DPMM),

registro que demandaría un censo de este segmento. No se incluyen materiales orgánicos reciclados y aprovechados, pues sus volúmenes son inferiores al 1% aproximadamente 113.600 Ton en todo el país (Aluna consultores Ltda., 2011).

El estudio de Aluna Consultores Ltda. (2011) asume que de las 1.880.018 Ton/año que demanda la industria, el 72,66% proviene de las ciudades de las 22 ciudades analizadas, correspondiente a 1.366.110 Ton/año. Así mismo, se reporta que los recicladores formales e informales contribuyen con la recuperación más de 2.668 Ton/día, ofrecen empleo a más de 26.700 personas y generan recursos por más de \$ 109.000 millones de pesos anuales (Aluna consultores Ltda., 2011).

Se estima que la cadena en su conjunto genera más de 50.000 empleos directos, mueve aproximadamente 1.880.000 toneladas anuales de reciclables y en la gran industria puede movilizar recursos por el orden de \$ 658.000 millones anuales. Todas estas cifras demuestran la importancia económica de la cadena. En Todo el país los recicladores aportan 3.161,18 ton/día, los empresarios 2.864,31 ton/día, para un total de reciclaje en Colombia de 6.025,70 toneladas diarias. Los recicladores aportan el 52,46 % y los empresarios el 47,54% (Aluna consultores Ltda., 2011).

4.1.5. Disposición final

Respecto a la disposición final de los residuos sólidos, el 97,2 % de los residuos son dispuestos en vertederos y el 2,8 % en sistemas inadecuados como los botaderos a cielo abierto y la disposición en cuerpos de agua como ríos, lagos y el mar (*Figura 10*) (SSPD, 2013). Si se analiza la evolución de los datos de eliminación de residuos, en la década del 2010 se observa un crecimiento significativo del uso de vertederos teniendo en cuenta la variación entre los años 2002-2013 (*Figura 11*). Estos valores son atribuibles a la entrada en vigor de un sistema jurídico¹⁰ que obligó a todos los sistemas de gestión de RSU en el país a realizar la disposición final en vertederos y clausurar otros sistemas no adecuados. Si bien, a partir de esta legislación, la capacidad de eliminación de residuos ha aumentado en tanto que el número de vertederos incontrolados ha disminuido, los estándares ambientales no se cumplen en el 30% de los vertederos y en varias grandes ciudades estos han llegado al límite de su capacidad (OECD/ECLAC, 2014). Así para diciembre del 2015 el Departamento de Planeación Nacional, anunció que los rellenos sanitarios o vertederos de 321 municipios colapsarán en cinco años y no existen estrategias o planes para su reemplazo. En este comunicado también se dice que 111 municipios siguen disponiendo sus residuos en botaderos a cielo abierto, 46 en celdas transitorias, 5 municipios siguen arrojando los residuos en cuerpos de agua y 5 más realizando quemas y enterramiento. 803 municipios entregan sus residuos en 62 sitios de disposición regionales, lo cual satura la operación de estos (Arrieta, 2016).

¹⁰ Este sistema Jurídico lo constituyen los Decretos 1713 de 2002, derogado por el Decreto 2981 de 2013 y las Resoluciones del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial 1045 de 2003 y 1390 de 2005 (Diario Oficial del Gobierno de Colombia 2002; 2003; 2005; 2013).

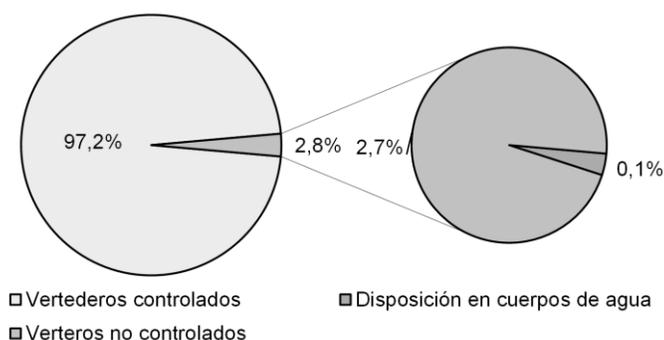
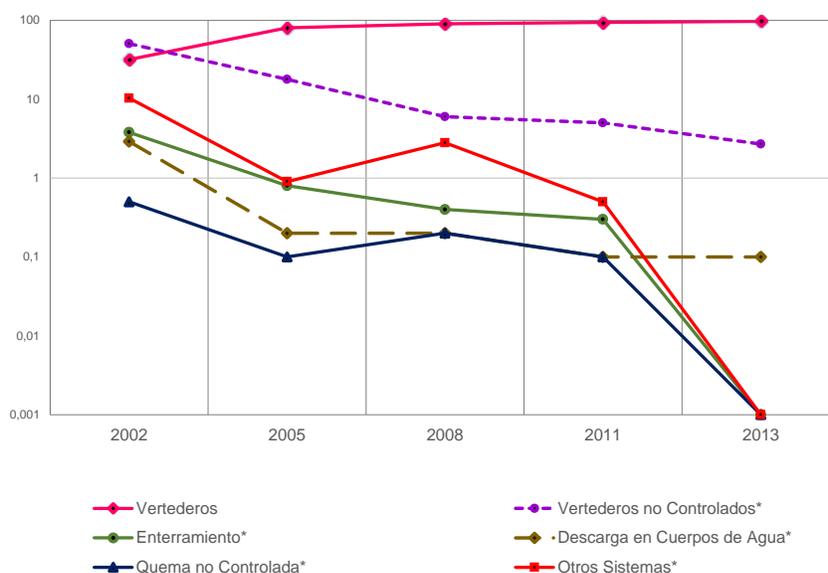


Figura 10. Sistemas de Disposición final de RSU en Colombia. Fuente: SSPD, 2013



* Sistemas considerados ilegales para el año 2014

Figura 11. Variación (%) de los Sistemas de disposición final de RSU en Colombia. Fuente: SSPD, 2010, 2011, 2013

Este cambio significativo del sistema de disposición final ha tenido como resultado la existencia de un grupo numeroso de vertederos legales y sitios clausurados (vertederos incontrolados, quema o incineración no controlada, enterramiento y otros), sin embargo, se requieren de estrategias oficiales de control con el fin de prevenir y corregir los impactos ambientales que ya se están presentando en el país (CGR, 2006; DNP, 2015).

4.2. Residuos de Construcción y Demolición

Según el estudio realizado por la Universidad Nacional de Colombia y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en 2013 (UNAL- MADS, 2013), la información referente a la gestión integral de

RCD con la que se cuenta en el país es limitada y en ocasiones poco confiable, debido entre otras razones, al mal manejo que se le da por parte de las autoridades ambientales y los concesionarios de aseo regionales a este tipo de residuos. Los registros de información respecto a este grupo de residuos se realizan solo en algunas ciudades principales, por ser las mayores generadoras de RCD del país y por realizar un mejor manejo (no adecuado) de los RCD. En las ciudades restantes (pequeñas generadoras) la información existente es escasa y la que está disponible es producto de estudios de consultoría realizados, e informes de las secretarías y departamentos ambientales regionales, por esta razón se presenta la generación y gestión de residuos por aquellas ciudades que presentan información consolidada (UNAL- MADS, 2013).

4.2.1. Generación por ciudades

A continuación se presentan datos de tres de las ciudades de Colombia que aportan en mayor medida a la cantidad de Residuos de Construcción y Demolición generados a nivel nacional. Sin embargo, esta situación solo evidencia la inminente necesidad de fortalecer el sistema de gestión de Residuos de Construcción y Demolición y los instrumentos para captar la información desde la generación y obtener así un diagnóstico de este tipo de residuos para todo el país.

4.2.1.1. Bogotá

En el caso de Bogotá, se calcula que actualmente se genera un promedio diario de 7.200 Ton de residuos sólidos¹¹, magnitud que en los últimos años ha mostrado un dinamismo importante si se tiene en cuenta que tres años atrás, en el 2012, se estaban produciendo 6704 toneladas diarias, cerca de 500 toneladas por debajo de la cifra actual (JICA, 2013). Traducido a términos per cápita, en 2012 se generaban en la ciudad 0,886 Kg de basura al día, y se espera que esta cifra llegue a 0,906 Kg/día en 2015 (UAESP, 2015).

En cuanto al origen de estos residuos por tipo de generador, la *Tabla 29* muestra las cantidades registradas en el año 2012 y la proyección para el año 2016, en la cual se puede evidenciar que los escombros representan alrededor del 12% del total de los residuos generados y su proyección se mantiene en el mismo porcentaje.

Tabla 29. Cantidades de residuos por tipo de generador

TIPO DE GENERADOR	2012 TON/AÑO	2016 TON/AÑO (PROYECTADO)
Domiciliario	1.200.990	1.303.933

¹¹ De acuerdo a datos de las Subdirecciones de Disposición Final y Aprovechamiento de la UAESP, se tiene que el Relleno Sanitario de Doña Juana registró en promedio una entrada diaria de 6411 toneladas de residuos sólidos en 2014, mientras que en las bodegas autorizadas se registró el pesaje de 821,43 toneladas diarias de residuos aprovechables para el mismo año. Agregando las dos cantidades, se tiene que para 2014 se generaron, en promedio, aproximadamente 7233 toneladas diarias de residuos sólidos en la ciudad de Bogotá D.C.

TIPO DE GENERADOR	2012 TON/AÑO	2016 TON/AÑO (PROYECTADO)
Comercio	514.710	558.829
Grandes generadores	218.503	237.232
Barrido	144.894	157.314
Plazas de mercado	34.707	37.682
Corte de césped	32.393	35.170
Poda de árboles	9.255	10.048
Escombros	291.538	316.527
TOTAL	2.446.990	2.656.735

Fuente: Agencia de Cooperación Internacional del Japón & Públicos (2013)

Dentro de los escombros dispuestos en el Relleno Sanitario Doña Juana – RDSJ, se encuentran escombros clandestinos contaminados con material orgánico que llegan al relleno sanitario para su disposición (*Figura 12*) (SDA, 2015):

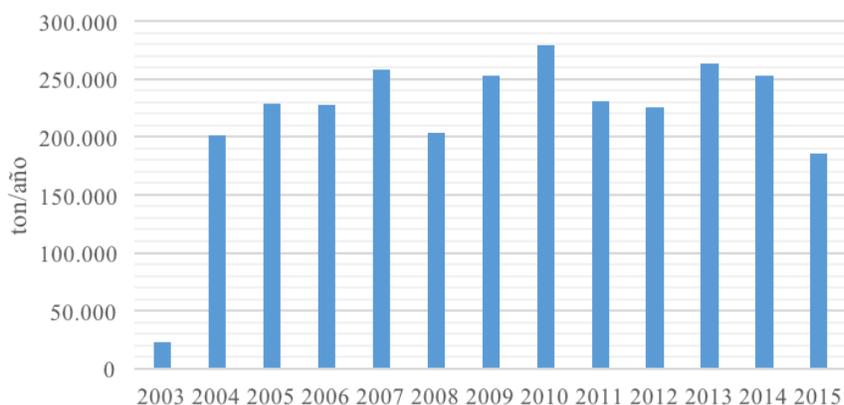


Figura 12. Disposición de escombros contaminados en el Relleno Sanitario Doña Juana. Fuente: SDA (2015).

De acuerdo con Evaluación de la implementación del programa Basura Cero en Bogotá realizada por la Contraloría de Bogotá en julio de 2016, lo reportado a través del aplicativo web los generadores de los RCD, reportaron un total de 29.113.530 toneladas de residuos entre julio de 2012 a diciembre de 2015 (Contraloría de Bogotá D.C., 2016), cifras que se resumen en la *Tabla 30*.

Tabla 30. Toneladas de RCD controladas

Año	Toneladas controladas	Toneladas de reutilización	% Reutilización
2012	6.548.770	753.029	12,85%
2013	8.472.055	1.241.691	15,51%

2014	8.303.963	1.281.445	16,01%
TOTAL	23.324.788	3.276.165	

Fuente: UAESP (2015)

En el Distrito Capital de las 29.113.530 toneladas de RCD generadas, se controlaron un total de 69,38% (53,40% dispuesto y 15,98 % aprovechadas) porque el 30,62% se gestionan fuera del perímetro urbano de Bogotá D.C. Si bien es cierto, se requiere de terceros para que el Distrito cuente con plantas de aprovechamiento no es menos cierto que al no existir éstas, tampoco se cuenta con técnicas modernas que permitan la minimización de este clase de residuos que es el fin último del programa basura cero (Contraloría de Bogotá D.C., 2016).

El sector privado de la construcción representa el 85.65% de la generación de RCD en Bogotá. Para efectos de la evaluación, seguimiento y control, el sector Público está representado por el IDU, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, Unidad Administrativa Especial de Rehabilitación y Mantenimiento Vial y Las Alcaldías Locales entre otras (*Tabla 31*) (UAESP, 2015).

Tabla 31. Toneladas de RCD controladas en el sector privado y en el sector público.

Año	Privado	Público
2012	5.457.345	1.091.425
2013	7.303.082	1.168.973
2014	7.219.549	1.084.414
TOTAL	19.979.976	3.344.812

Fuente: UAESP (2015)

En cuanto a la composición de RCD en Bogotá la *Tabla 32*, presenta detalladamente el tipo de residuo y el porcentaje estimado de generación.

Tabla 32. Caracterización Aproximada de los RCD en Bogotá

Grupo de residuos	Rcd	Porcentaje estimado
Inertes pétreos no asfálticos		20,00%
Inertes pétreos asfálticos	Mezclas pétreas con asfalto	0,001%
Inertes arcillosos	Arcillas	72,80%
	Maderas	0,01%
No peligrosos	Plásticos	0,01%
	Pvc	0,01%
Respel	Asbestos/amiantos	0,10%
	Pedones de suelo	
Horizonte orgánico	orgánico (ej.: tierra negra)	6,00%
Metálicos		1,00%
TOTAL		99,9%

Fuente: UAESP (2015)

4.2.1.1. Cali

Según una estimación efectuada por el Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente, DAGMA, en la ciudad se producen aproximadamente 2.500 m³ diarios de escombros, producto de actividades de construcción, demolición, remodelación etcétera, de los cuales, el 22% corresponde a obras públicas (Megaobras y Sistema de Transporte Masivo), el 55% a grandes generadores (Empresas constructoras), y el 23% a pequeños generadores (Viviendas que realizan mejoras) (*Figura 13*)(Alcaldía de Santiago de Cali, 2015).

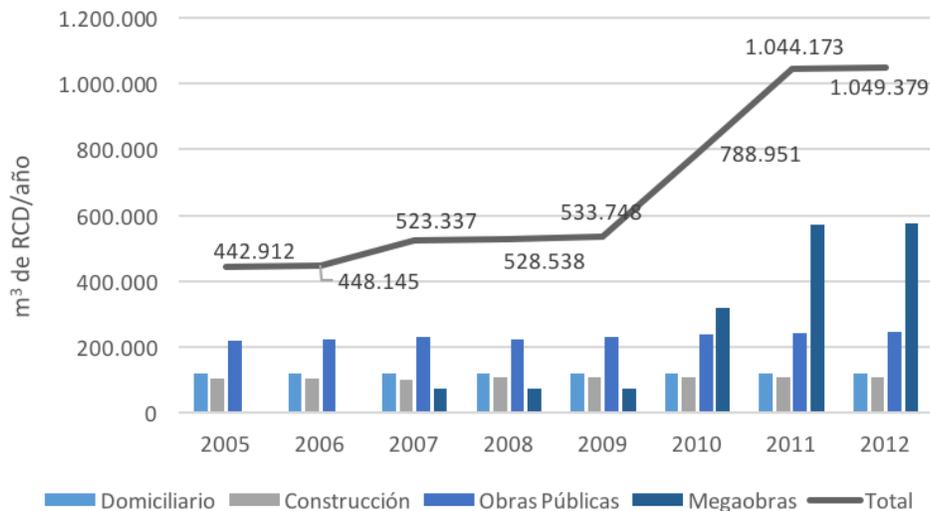


Figura 13. Cantidad de RCD generados en ciudad de Cali. Fuente: Alcaldía de Santiago de Cali (2015)

Actualmente no se cuenta con una caracterización de RCD ajustada y real a las condiciones propias de la ciudad. De acuerdo a la Caracterización básica realizada en la estación de descarga Provisional de la 50 como punto de partida para conocer RCD del pequeño generador residencial de la ciudad y proyectar su gestión. A continuación, en la *Figura 14* se muestran los resultados obtenidos y puede decirse que actualmente solo el 5% del material que entra a la Estación de Descarga Provisional sería dirigido directamente a disposición final sin aprovechamiento, el resto puede ser gestionado en la Estación de transferencia. (Alcaldía de Santiago de Cali, 2015).

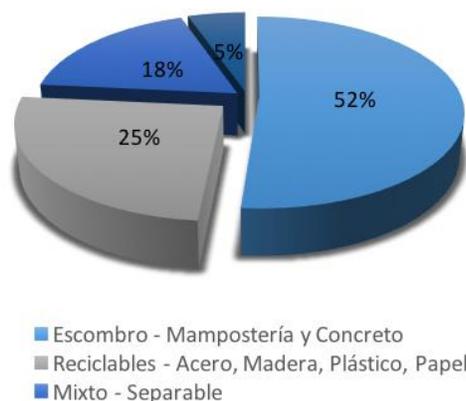


Figura 14. Composición de los RCD en la ciudad de Santiago de Cali. Fuente: Alcaldía de Santiago de Cali (2015).

4.2.1.2. Medellín

Se estima que en Medellín los pequeños generadores producen 18.553 Ton/mes y, en su orden, una generación anual de 222.636 Ton/año. Sobre la participación de los grandes generadores no se obtuvieron datos (Secretaría de Gestión y Control Territorial & Secretaria de medio Ambiente, 2015).

Para calcular y proyectar los residuos generados en las actividades de la construcción, demolición y remodelación en Medellín, se utilizaron los datos referentes a las áreas aprobadas para la construcción, presentadas en los Anuarios Estadísticos de Antioquia y en los indicadores de generación de escombros por cada metro cuadrado construido (Secretaría de Gestión y Control territorial - Universidad de Medellín, 2015).

Para las proyecciones se asume entonces que la construcción mantendrá este comportamiento variable durante los próximos años y que la generación de escombros se estima en $1,34 \text{ m}^3/\text{m}^2$ según el Estudio de perfectibilidad para una planta de reciclaje¹², cifras con las cuales se proyectan las generaciones hasta el año 2027 que se relacionan en la *Tabla 33* (Secretaría de Gestión y Control territorial - Universidad de Medellín., 2015).

Tabla 33. Proyecciones de RCD para la ciudad de Medellín

Año	Área total construida (m ²)	M ³ generados/año	Ton /año
2015	1.252.386	1.678.197	2.232.002
2016	1.263.329	1.692.861	2.251.505
2017	1.296.535	1.737.357	2.310.685
2018	1.313.351	1.759.890	2.340.654
2019	1.373.222	1.840.117	2.447.356
2020	1.460.925	1.957.640	2.603.661

¹² Informe del Centro de Producción más limpia de diciembre de 2004.

Año	Área total construida (m ²)	M ³ generados/año	Ton /año
2021	1.542.060	2.066.360	2.748.259
2022	1.477.400	1.979.716	2.633.022
2023	1.423.299	1.907.221	2.536.603
2024	1.497.472	2.006.612	2.668.795
2025	1.389.998	1.862.597	2.477.254
2026	1.403.759	1.881.037	2.501.779
2027	1.417.802	1.899.855	2.526.807

Fuente: Secretaría de Gestión y Control territorial - Universidad de Medellín (2015)

4.2.2. Recolección y transporte

La actividad de recolección, transporte y disposición final de los RCD se deberá realizar de acuerdo a lo establecido en la resolución 541/94 del Ministerio de Medio Ambiente, la cual determina el tipo de vehículos y características que deben cumplir para realizar la actividad de transporte, las condiciones del cargue, descargue y almacenamiento temporal, así mismo se establece la obligación a los Municipios de definir sitios para la disposición final de los RCD, o escombreras (Secretaría de Gestión y Control territorial - Universidad de Medellín, 2015).

Existen básicamente dos tipos de generadores de escombros, los grandes generadores, constituidos fundamentalmente por las empresas constructoras de proyectos grandes y medianos de unidades habitacionales y los pequeños generadores que son las viviendas unitarias y multifamiliares que ejecutan mejoras y adecuaciones de la infraestructura física de las mismas (Cali, 2015). Para analizar los sistemas de recolección y transporte de los RCD, deben tenerse en cuenta los tipos de generadores así descritos, con el fin de entender sus características.

4.2.2.1. Pequeños generadores

Cuando hablamos de pequeños generadores, nos referimos a los usuarios y/o suscriptores del servicio público de aseo que realizan reformas locativas menores en sus predios de uso habitacional (Secretaría Distrital de Ambiente, 2012).

- **Bogotá:**

El servicio de recolección de escombros está contemplado contractualmente para las cantidades inferiores a 1 m³ y que no tengan licencia de construcción, este servicio debe ser programado mediante la línea 110 o por el sistema distrital de quejas y soluciones, tiene un cobro a partir del primer metro cúbico, este es de acuerdo al estrato y es reportado en factura de aseo. Es obligación del usuario reportar a la línea 110 el escombro generado y asumir su costo cuando pasa el m³ (UAESP, 2016a).

El Operador de aseo ofrecerá el servicio de recolección y transporte a los respectivos generadores de escombros de más de 1 m³, producto de obras nuevas o de remodelaciones, servicio que será pactado entre el usuario y el Operador de acuerdo con los precios del mercado. Siempre que el Operador preste

el servicio, garantizará la disposición final de los escombros en las escombreras autorizadas del Distrito Capital (UAESP, 2016b).

- **Cali:**

Para el caso de pequeños generadores de RCD, los servicios de recolección, transporte y disposición final de RCD también son atendidos por los prestadores de aseo de la ciudad por zonas operativas y otros prestadores de este tipo de servicio. Además de los anteriores, este servicio es prestado por los carretilleros de oficio quienes los llevan a sitios no autorizados o al espacio público convirtiéndose en basureros crónicos, debido al mecanismo de transporte, no pueden recorrer largas distancias, esto asociado a la inexistencia de estaciones de transferencia para este tipo de residuos. Sólo en el sur de la ciudad existe la Estación Provisional de Descarga de la 50. Sin embargo es importante resaltar en este punto siguen existiendo zonas de disposición clandestina de RCD (Alcaldía de Santiago de Cali, 2015)

Esta situación está bien descrita por el Departamento Administrativo de Planeación Municipal de la ciudad de Cali, *“la problemática municipal de los escombros y en especial el impacto ambiental y visual de los espacios públicos, se deriva de problemas sociales de informalidad y pobreza, de la falta de gobernabilidad, constancia e interés de las administraciones públicas para buscar una solución definitiva al problema con decisiones estructurales para el beneficio de la ciudad”* (Cali, 2015).

El problema toma una connotación socialmente crítica, ya que la recolección, transporte y disposición ilegal e inadecuada de escombros, en su mayoría, es efectuada por vehículos de tracción animal (carretilleros) cuya actividad económica es informal y debido al mecanismo de transporte, no pueden recorrer largas distancias. Aunque los carretilleros tienen conciencia del problema ambiental que generan por la inadecuada disposición de escombros, argumentan que lo hacen de esta forma por no contar con los sitios para la transferencia de este tipo de residuos, razón por la cual y debido a no poder someter sus caballos a largos recorridos depositan estos residuos en cualquier espacio público o en escombreras ilegales (Cali, 2015).

- **Medellín:**

Actualmente no se cuenta con un sistema integrado para la gestión de los RCD, lo que no permite contar un sistema eficiente y sostenible a largo plazo (Secretaría de Gestión y Control Territorial & Secretaria de medio Ambiente, 2015).

El servicio a pequeños generadores es prestado a través de *“motococheros”* los cuales utilizan motocarros para el transporte de los RCD hasta los sitios de acopio temporal (CATES) dispuestos por el Municipio para desde allí transportarlos en volquetas hasta el sitio de disposición final. Este personal, por su bajo nivel educativo y de conciencia ambiental, en el mejor de los casos ingresa los residuos a los centros y en el peor los descarga por fuera de los éstos, generando impactos negativos en el entorno y continuo rechazo de la comunidad (Secretaría de Gestión y Control Territorial & Secretaria de medio Ambiente, 2015).

La problemática que se presenta alrededor del pequeño generador obedece fundamentalmente a que no cuenta con la suficiente información, educación y cultura para el manejo responsable de este tipo de residuo. Pese a que la prestación del servicio tiene los lineamientos definidos en el acuerdo municipal

062 de 2009, reglamentado mediante el Decreto 1609 de 2013, aún falta implementar en la ciudad procesos de gestión, vigilancia y aprovechamiento que garanticen una correcta gestión de los RCD en la ciudad (Secretaría de Gestión y Control Territorial & Secretaria de medio Ambiente, 2015)

4.2.2.2. Medianos y grandes generadores

- **Bogotá:**

De acuerdo con lo establecido en la Resolución 01115 de 2012 “*Por medio de la cual se adoptan los lineamientos Técnico - Ambientales para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el Distrito Capital.*”, dentro de las obligaciones de los transportadores, se encuentra el registro ante la Secretaría Distrital de Ambiente (Secretaría Distrital de Ambiente, 2012).

Se define como transportador a la persona natural o jurídica cuya función es movilizar los RCD desde el generador hasta el sitio de disposición final. Estos agentes deben cumplir con lo establecido por el Ministerio de Transporte, en cuanto a la trayectoria de la empresa y la experiencia del transportador relacionado con materiales de construcción y escombros y debe mostrar capacidad técnica, de equipos y financiera para asegurar la operación (Secretaria Distrital de Ambiente, 2016).

Para el sector de transportadores de RCD, con corte a 31 de diciembre de 2014 se contaba con 6.199 inscritos en el aplicativo web de la entidad generando por primera vez en Bogotá una línea base de vehículos se dedican a esta actividad en la ciudad (*Figura 15*) (UAESP, 2015).

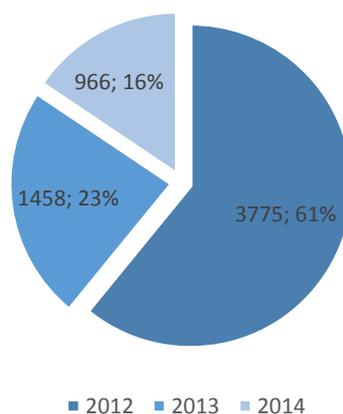


Figura 15. Transportadores inscritos en el aplicativo WEB. Fuente: UAESP (2015)

- **Cali:**

Para el caso de grandes generadores, el servicio de recolección y transporte lo realizan empresas autorizadas para este tipo de servicio, que en el municipio son más de cinco (5), donde las cuatro grandes empresas prestadoras del servicio de aseo de la ciudad, sólo prestan el servicio especial de recolección, transporte y disposición final en su zona de operación, mientras que los demás

prestadores del servicio especial lo pueden realizar en cualquier lugar del municipio (Alcaldía de Santiago de Cali, 2015).

- **Medellín:**

El servicio en grandes generadores es prestado por volqueteros, sobre los que su registro y control es mínimo, por ende no se cuenta con datos confiables que permitan construir la información del servicio a fin de determinar puntos de control y acciones correctivas y de mejora de la actividad. En estos casos los generadores transfieren la obligación de disponer los RCD a estos volqueteros, quienes son los encargados de llevar el material hasta las escombreras autorizadas para la disposición final; sin embargo en la mayoría de los casos el material se dispone de forma ilegal en escombreras clandestinas o en zonas públicas de la ciudad e incluso del Área Metropolitana (Secretaría de Gestión y Control territorial - Universidad de Medellín., 2015).

4.2.3. Aprovechamiento

4.2.3.1. Bogotá

En cumplimiento de la Resolución 01115 de 2012, se logró la reutilización de 1.280.800 toneladas de RCD del total controlado para el año 2014 (15,4% de 8.303.965 Ton RCD), lográndose su uso en la construcción de carretables internos, excavación y pilotaje, sub bases de concreto pobre y nivelaciones, integrando productos reciclables y revalorizados al sistema urbano (Secretaría Distrital de Ambiente, 2014).

Sin embargo, pese a que se tienen instrumentos institucionales tanto en la UAESP como en la SDA para efectuar el seguimiento de la producción de los desechos que se generan en la ciudad, indistintamente sus características, las fallas en el control impiden que hoy la ciudad cuente con unos datos ciertos para todas las etapas de gestión de este residuo. Dicha situación, impide tener certeza sobre el porcentaje de residuos que fueron aprovechados en los cuatro años del Programa Basura Cero (Contraloría de Bogotá D.C., 2016).

4.2.3.1. Cali

A la fecha no existe infraestructura para la transferencia, tratamiento y/o aprovechamiento de RCD. Hoy opera de manera transitoria la estación de transferencia de la Cra.50 con Simón Bolívar. Solamente se permite la disposición de carretilleros y los RCD son cargados y transportados a sitios de disposición final autorizados por la CVC (Alcaldía de Santiago de Cali, 2015).

De igual manera y de acuerdo al estudio realizado en el año 2013 por la CVC, cuyo objeto fue realizar la evaluación técnica, ambiental, jurídica y socio económica de sitios para la operación de dos estaciones de transferencia y/o acopio de escombros y elaborar los diseños para el montaje y puesta en funcionamiento de dichas estaciones en el municipio de Cali, se definieron sitios potenciales para la ubicación de esta infraestructura, que quedaron establecidos en el POT vigente (Alcaldía de Santiago de Cali, 2015).

4.2.3.1. Medellín

Actualmente en Medellín no existe la infraestructura para realizar el aprovechamiento de residuos de construcción y demolición tipo II es decir escombros, sin embargo se cuenta con una política pública que reglamenta esta actividad y se han venido adelantando por parte de empresas privadas estudios de pre factibilidad para realizar el aprovechamiento de escombros (Secretaría de Gestión y Control Territorial & Secretaria de medio Ambiente, 2015).

Dentro de estas iniciativas está la de la empresa CONESCO que ya cuenta con todos los estudios de pre factibilidad para abrir una planta de aprovechamiento y espera iniciar operaciones en el segundo semestre de 2016. Dicha planta tiene una capacidad de 150 Ton/hora; se espera que en dos turnos de operación reciba el 100% de los RCD aprovechables, separados en fuente y de los de CATES. La planta estará ubicada en el municipio de Girardota contigua a las instalaciones de la escombrera de Conasfaltos (Secretaría de Gestión y Control Territorial & Secretaria de medio Ambiente, 2015).

4.2.4. Disposición final

4.2.4.1. Bogotá

De acuerdo con Contraloría de Bogotá D.C. (2016), en el Distrito Capital existen dos (2) sitios autorizados (Cemex la Fiscala y Cantarrana) para la disposición final de Residuos de Construcción y Demolición-RCD, entre los cuales reportaron a través del Aplicativo Web de escombros un total de 15.548.779 toneladas dispuestas entre julio de 2012 a diciembre de 2015, lo cual indica que en el Distrito Capital se dispusieron 12.171,3 Ton diarias de escombros en los sitios autorizados.

Por la misma herramienta de autorregulación, se tiene que los generadores de los RCD reportaron un total de 29.113.530 Ton de residuos, lo cual indica que a los sitios de disposición final llegaron 53,40% de estos; fuera de Bogotá se dispusieron 8.917.179 toneladas lo que corresponde a un porcentaje de 30,62% y el restante 15,98 % (4.647.572 Toneladas) equivalen a los residuos reutilizados al interior de la ciudad (Contraloría de Bogotá D.C., 2016).

En el año 2012 el 54.76% (3.586.212 Ton) de los RCD generados en el Distrito capital eran dispuestos en sitios fuera del perímetro urbano de esta ciudad, en el año 2013 el 45.83% (3.883.001 Ton) fueron dispuestas en más de 37 sitios fuera del perímetro urbano, de los cuales se tienen calculados que el 80% (3.106.400 Ton) fueron presuntamente ilegales lo que se pudo constatar gracias a la gestión de la SDA con la CAR y las autoridades municipales; Para el 2014 se logró llegar a un 21.41% (1.777.981 Ton) de disposición fuera del perímetro urbano, mitigando afectaciones ambientales en ecosistemas de valor ecológico en la región y disminuyendo la ilegalidad (Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos - UAESP, 2015).

Con respecto a la disposición final en sitios autorizados, Cemex la Fiscala en el marco del cumplimiento al PMRRA con ANLA (Resolución 1506 del 2006) recibió entre el 2012 y el 2014 el 90.63% (9.591.555 Ton) de los RCD dispuestos en sitios autorizados dentro del perímetro urbano

mientras que el 9.36% (991.299 Ton) fueron dispuestas en el predio Cantarrana en cumplimiento del PMRRA con la SDA (Resolución 1019 del 23 de febrero de 2011) (Figura 16) (UAESP, 2015).

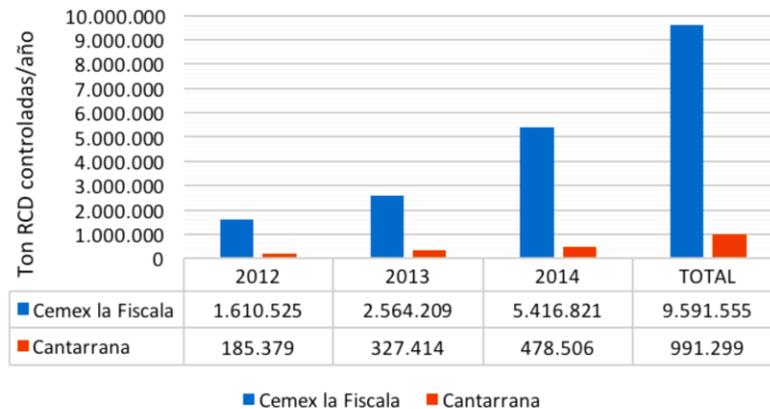


Figura 16. Disposición final de RCD en sitios autorizados de Bogotá. Fuente: UAESP (2015)

4.2.4.1. Cali

Ante la ausencia del sitio de disposición final de residuos de construcción y demolición, escombros, tierras de excavación y descapote, municipios vecinos como Candelaria prestan el servicio de disposición final en algunos predios que cuentan con los permisos de la autoridad ambiental de la zona, que es la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC; en este sentido, las empresas prestadoras del servicio de aseo en cada una de las zonas de su operación, prestan el servicio especial de recolección, transporte y disposición final de RCD y tierras en un sitio autorizado. Sin embargo algunos generadores continúan depositando ilegalmente sus escombros en lotes baldíos, separadores viales, humedales, rondas de ríos y áreas de protección e interés ambiental, generando afectación ambiental negativa sobre el suelo, la atmósfera, el agua y el paisaje (Cali, 2015).

De acuerdo con Alcaldía de Santiago de Cali (2015), actualmente se ha evidenciado un rápido incremento de sitios clandestinos crónicos o escombreras ilegales. Esto se debe en parte a lo siguiente:

- El servicio especial de escombros no está articulado a través de un sistema integral.
- La recolección de escombros en la ciudad se hace en su mayoría de manera informal, desconociéndose la fuente generadora de los escombros, los transportadores y los sitios a donde llegan los escombros.
- La comunidad desconoce el manejo adecuado de los RCD, al igual que se evidencia deficiente cultura de la ciudadanía.
- El Municipio carece de solvencia económica y sostenibilidad financiera para recoger escombros depositados por carretilleros informales.
- Deficientes estrategias y procedimientos para el control, vigilancia y sanción a quienes no hacen el uso adecuado de RCD.

4.2.4.1. Medellín

En la prestación de este servicio, la ilegalidad es una constante por lo que persisten las escombreras clandestinas y el depósito de escombros en vías y áreas públicas de la ciudad, lo que obliga a la administración a destinar importantes recursos para mitigación de estos impactos (Secretaría de Gestión y Control territorial - Universidad de Medellín., 2015).

La disposición final de los RCD se realiza en escombreras ubicadas en municipios diferentes a Medellín, en razón a que la oferta en el territorio es nula. Actualmente según la oficina territorial norte de CORANTIOQUIA en esa región operan seis (6) escombreras con planes de manejo autorizados por los respectivos municipios (Secretaría de Gestión y Control Territorial & Secretaria de medio Ambiente, 2015).

Pese a que en el municipio de Medellín se cuenta con una política pública para la gestión integral de los escombros, se evidencia la debilidad en los procesos que intervienen en la cadena de gestión de los RCD lo que desencadena una serie de problemas ambientales y urbanísticos, algunos de los problemas identificados son los siguientes:

- Falta de seguimiento a los generadores de residuos de construcción y demolición en la ciudad.
- Poca cultura ciudadana en el manejo de los escombros.
- Poca información de la prestación del servicio de recolección de escombros en la ciudad por parte del Prestador del servicio.
- Baja oferta de sitios para la ubicación de infraestructura para la gestión de los RCD.
- Poca utilización de materiales aprovechables debido principalmente a la falta de información e investigación en materiales aprovechables de RCD
- Desconocimiento de la cantidad y las características de los materiales específicos que se generan en la ciudad.

4.2.5. Análisis del estado de la gestión de los RCD

Realizando un análisis del esquema de gestión de los Residuos de Construcción y Demolición - RCD, es posible evidenciar limitantes en cada una de las fases, iniciando desde la generación donde se carece de información consolidada a nivel nacional.

Se requiere una herramienta que permita obtener y consolidar la información correspondiente a la generación, transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final en el país, con el objetivo de identificar puntos críticos de disposición inadecuada y flujo de residuos que se gestionan de manera inadecuada.

La disponibilidad de información verídica y actualizada debe ser una de las prioridades, ya que esto permite identificar oportunidades de mejora de la política pública de gestión de residuos, así como la implementación de instrumentos tendientes al cambio de cultura de los generadores de residuos y a la consecución de recursos que permitan garantizar el seguimiento y control en las autoridades ambientales y municipales.

Para la etapa de generación se han formulado varios instrumentos técnicos que buscan brindar información sobre el correcto manejo y disposición final de los RCD. Sin embargo, en esta fase de la gestión no se han implementado herramientas tendientes a prevenir la generación de los residuos o a disminuir la tasa de producción de los mismos. Se carece de instrumentos que fomenten la separación en la fuente y que promuevan el aprovechamiento de los Residuos de Construcción y Demolición, dejando así como única opción la disposición final.

Aún sin contar con un diagnóstico de generación de Residuos de Construcción y Demolición en el país, con los datos de Bogotá, Cali y Medellín, es posible evidenciar la magnitud de la generación de este tipo de residuos, pues se estima que solo estas tres ciudades generan cerca de doce (12) millones de toneladas de Residuos de Construcción y Demolición al año, lo que es superior incluso a la cantidad de Residuos Sólidos Urbanos generados por todo el país en una año (en el territorio Colombiano se genera un promedio de 11,6 millones de toneladas de RSU/año).

En cuanto a las fases posteriores, el esquema de gestión establece que en el caso de los residuos de construcción y demolición así como de otros residuos especiales, el usuario que solicite este servicio (servicio público de aseo) será quien asuma los costos asociados con el mismo. Este servicio podrá ser suministrado por la persona prestadora del servicio público de aseo de conformidad con la normatividad vigente para este tipo de residuos.

El precio es pactado libremente por el usuario que lo solicite y la persona prestadora del servicio. Excepto en el caso de pequeños generadores, menores a 1 m³, en cuyo caso es el prestador del servicio público de aseo el que se encarga de realizar dicha gestión sin costo adicional.

Con el fin de evitar el cobro de la prestación del servicio de recolección, transporte, tratamiento, aprovechamiento y/o disposición, muchos generadores de RCD disponen sus residuos o sitios ilegales. Esto es posible ya que las entidades municipales y autoridades ambientales no cuentan con los recursos suficientes para realizar un seguimiento y control fuerte a los generadores de RCD.

En las tres ciudades analizadas, las autoridades ambientales han evidenciado la presencia de actores informales que prestan el servicio de recolección y transporte de Residuos de Construcción y Demolición en vehículos que no cuentan con los requisitos estipulados en 541 de 1994. Muchas veces estos actores informales terminan arrojando los residuos de manera clandestina en terrenos baldíos o cuerpos de agua, lo que representa un grave riesgo tanto para el ambiente como para la salud de las personas que habitan cerca de estos sitios de disposición ilegal.

En cuanto al componente ambiental, la manipulación inadecuada de los RCD asociada al modelo de gestión actual que se tiene en el país, genera innumerables impactos ambientales dentro de los componentes, atmosférico (aire), litosférico (suelo) e hidrosférico (cuerpos de agua). De manera general, los impactos causados al recurso suelo están ligados íntimamente al mal manejo interno y externo que le dan los generadores a los RCD en las obras y domicilios mezclándolos con otros residuos y contaminando este recurso; en cuanto al recurso agua, el arrojado indiscriminado de RCD a los ríos, quebradas y humedales genera el aumento de sólidos en estos cuerpos y por ende desviación de cauces e inundaciones; mientras que el recurso aire se ve afectado por la emisión de partículas

durante las actividades de construcción, demolición y explotación de canteras (Tabla 34) (UNAL-MADS, 2013).

Tabla 34. Impactos Ambientales generados por la disposición inadecuada de RCD

Impactos	Componentes ambientales		
	Atmosférico	Litosférico	Hidrosférico
Ocupación y deterioro del espacio público		X	
Aumento de sólidos en las aguas superficiales o la red de alcantarillado			X
Alteración temporal o permanente en la morfología de los cursos de agua			X
Molestias a peatones y usuarios de las vías por la obstrucción total o parcial de las vías o senderos		X	
Desviación de cauces naturales			X
Generación de emisiones atmosféricas	X		
Deslizamiento de materiales (movimientos de remoción en masa)		X	

Fuente: (UAESP, 2009) tomado de (UNAL- MADS, 2013)

Sin embargo, la disposición ilegal, no es el único de los problemas que se presenta en la fase de disposición final de la gestión de Residuos de Construcción y Demolición. Aún si se realiza disposición final de manera adecuada, esta genera una gran presión sobre los recursos, pues se requieren amplias extensiones de terreno para realizar la construcción y operación de las escombreras.

Por tal motivo, se hace imprescindible que se formulen políticas que fomenten la prevención y minimización de los Residuos de Construcción y Demolición en las obras y que promuevan el aprovechamiento de los residuos generados.

4.3. Residuos Posconsumo

El concepto de Responsabilidad Extendida del Productor se encuentra incluido dentro del principio de Responsabilidad Integral del Generador en todo el ciclo de vida, que implica que los agentes económicos generadores, directos o indirectos de RESPEL deben hacerse cargo de los costos asociados de las acciones de prevención, aprovechamiento, tratamiento y disposición de residuos. El generador será el responsable de todas las etapas del ciclo de vida del residuo independientemente que en las diferentes etapas hayan intervenido otros actores (MAVDT, 2007).

El concepto de Responsabilidad Extendida del Productor es la base de los Programas Posconsumo. En Colombia la reglamentación para Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo inició con el Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005, para las siguientes corrientes de residuos:

- Y4: Plaguicidas en desuso, sus envases o empaques y los embalajes que se hayan contaminado con plaguicidas

- Y3: Fármacos o medicamentos vencidos
- Y31: Baterías usadas Plomo-Ácido

Con en el tiempo se fueron reglamentando Sistemas de Recolección Selectiva de Residuos, que están fundamentados en los mismo principios de los planes.

Actualmente existe reglamentación para siete (7) corrientes de residuos considerados como prioritarios, seis de los cuales corresponden a residuos peligrosos; la corriente restante, llantas usadas, se clasifica como un residuo NO peligroso; sin embargo, debido a sus altos volúmenes de generación, dificultad en su gestión y a que si sus residuos son dispuestos inadecuadamente pueden ser contaminantes para el medio ambiente, se consideró como una corriente prioritaria. A continuación, en la *Tabla 35*, se listan las Resoluciones que regulan los planes para cada una de las corrientes:

Tabla 35. Resoluciones de Programas Posconsumo

Normativa	Descripción
<i>Resolución 371 del 26 de febrero de 2009</i>	"Por la cual se establecen los elementos que deben ser considerados en los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Fármacos o Medicamentos Vencidos".
<i>Resolución 372 del 26 de febrero de 2009</i>	"Por la cual se establecen los elementos que deben contener los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Baterías Usadas Plomo Acido, y se adoptan otras disposiciones".
<i>Resolución 1297 del 08 de julio de 2010</i>	"Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Pilas y/o Acumuladores y se adoptan otras disposiciones."
<i>Resolución 1457 del 29 de julio de 2010</i>	"Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de llantas usadas y se adoptan otras disposiciones".
<i>Resolución 1511 del 05 de agosto 2010</i>	"Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas y se adoptan otras disposiciones."
<i>Resolución 1512 de 05 de agosto de 2010</i>	"Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Computadores y/o Periféricos y se adoptan otras disposiciones."
<i>Resolución 361 de 03 de marzo de 2011</i>	"Por la cual se modifica la Resolución 372 de 2009."
<i>Resolución 1675 del 02 de diciembre de 2013</i>	"Por la cual se establecen los elementos que deben contener los planes de gestión de devolución de productos posconsumo de plaguicidas."

Fuente: Presente Estudio con información de la Normatividad Ambiental Vigente

Tres de las corrientes anteriormente mencionadas, Pilas, Bombillas y Computadores y Periféricos corresponden a Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos. Actualmente, en Colombia rige la Ley 1672 de 2013 "*Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones*". El proceso de reglamentación de dicha ley aún está en marcha.

La norma para RAEE también se basa sobre el principio de Responsabilidad Extendida del Productor, por lo que se espera que las diferentes corrientes reglamentadas a través de la Ley 1672 de 2013 sean

gestionadas bajo el esquema de programas posconsumo. Adicionalmente, existen iniciativas voluntarias de los privados, conocidas como Sistemas de Recolección Selectiva Voluntarios, que se encuentran reglamentados, como es el caso de las neveras obsoletas; no reglamentados, como los Sistemas de Gestión Ambiental para Tóneres y Cartuchos, y Aceites Vegetales Usados – AVU; y propuestos, como es el caso de la gestión de Envases y Empaques de papel, cartón, vidrio y plástico.

A continuación se presentará un panorama de los principales limitantes que se presentan en las diferentes etapas de gestión de los residuos posconsumo. Debido a que el esquema de gestión es el mismo para las diferentes corrientes de residuos, el análisis se hará a nivel del esquema y no por corriente de residuo; a menos que existan limitantes específicas para alguna de las corrientes que no se presente para las demás, en cuyo caso se hará mención específica a la corriente de residuos.

4.3.1. Generación

4.3.1.1. Programas de posconsumo reglamentados

Actualmente, no se cuenta con un informe consolidado sobre la cantidad de residuos posconsumo que se generan en el país. Sin embargo, se han realizado estudios, algunos de ellos nacionales, que permiten estimar y hacer proyecciones de las cantidades de residuos generadas. Por ejemplo, para el caso de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos, de acuerdo con Román (2015), Colombia generó entre 2012 y 2013, 535.000 Ton de RAEE, lo que implica que cuando el 2015 finalice el cúmulo de RAEE crecerá alrededor de un 40.7% (Román, 2015).

Dentro de la normatividad de las corrientes de residuos priorizados, se esbozan algunas las consideraciones que motivan la Resolución, entre las cuales, en ocasiones se mencionan las cantidades de residuos generadas en el país. A continuación se relacionan las cantidades de residuos contempladas en la normatividad (*Tabla 36*):

Tabla 36. Información sobre cantidades generadas contenidas dentro de la normatividad nacional

Corriente de residuos	Normativa	Cantidades generadas
Fármacos o Medicamentos Vencidos	Res. 371 del 26 de febrero de 2009	No se mencionan cantidades generadas
Baterías Usadas Plomo Acido	Res. 372 del 26 de febrero de 2009	No se mencionan cantidades generadas
Residuos de Pilas y/o Acumuladores	Res. 1297 del 08 de julio de 2010	<p>En promedio al año se generan 11.000 toneladas de residuos de pilas en el país, de las cuales 8.000 toneladas corresponden a pilas zinc carbón, 2.000 toneladas a pilas alcalinas y el resto lo componen los residuos de pilas secundarias y de botón.</p> <p>El 80% de los desechos de pilas se disponen en rellenos sanitarios y que el restante 20% va a parar a botaderos y otros sitios de disposición final no adecuados.*</p>

Corriente de residuos	Normativa	Cantidades generadas
Llantas Usadas	Res. 1457 del 29 de julio de 2010	Se estima para el año 2008 un consumo de 4.493.092 llantas discriminadas así: 1.067.072 llantas de camiones y busetas, y 3.426.020 llantas de automóviles y camionetas. Considerando un promedio de recambio de llantas de 18 meses y unos pesos promedio para carcasas usadas de 7 kg por llanta para auto; de 15 kg para camioneta y de 50 kg para camión, la generación de residuos de llantas de automóvil, camioneta, camión y buseta se estima en 61.000 toneladas al año.*
Residuos de Bombillas	Res. 1511 del 05 de agosto 2010	En Colombia en el año 2007 se consumieron en el mercado local 108.2 millones de unidades de bombillas, comprendiendo principalmente las siguientes tecnologías: incandescentes, 76.2 millones (70.4%); fluorescente tubular, 18.7 millones (17.3%); mercurio, haluro y sodio, 6.8 millones (6.3%); y, fluorescente compacta, 6.5 millones (6.0%). De este consumo nacional, se desechan anualmente en promedio 8.800 toneladas y se estima que para el 2015 esta cifra ascenderá a 17.000 toneladas , que son dispuestas en rellenos sanitarios o sitios de disposición final no controlada.*
Residuos de Computadores y/o Periféricos	Res. 1512 de 05 de agosto de 2010	En Colombia en los últimos siete años se ha generado cerca de 45.000 toneladas de residuos de PC, monitores y periféricos. Se estimó que, solo durante el año 2007, se generaron entre 6.000 y 9.000 toneladas de residuos de computadores, monitores y periféricos, lo que corresponde entre 0,1 y 0,15 kg por persona. Las proyecciones indican que en Colombia al año 2013 se podrían generar entre 80.000 y 140.000 toneladas de residuos de computadores y periféricos , si no se avanza en su recolección y gestión ambientalmente adecuada.
Plaguicidas	Res. 1675 del 02 de diciembre de 2013	No se mencionan cantidades generadas

**Resultado de estudios técnicos previos del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
Fuente: Presente Estudio con información contenida en la Normatividad Ambiental Vigente.*

Como es posible evidenciar, en el caso del Sistema de Recolección Selectiva de llantas usadas, no se consideran las llantas de motocicleta, bicicleta, de avión, montacargas y maquinaria para minería. Por tal razón, dichas llantas no hacen parte de las cifras de generación contempladas para la formulación de la normatividad.

Considerando las cantidades relacionadas en la *Tabla 37*, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible determinó las metas de recolección para los Sistemas de recolección selectiva. Estas metas se calculan en función de la cantidad de productos introducidos en el mercado, como el promedio aritmético de las ventas de los años anteriores a la fecha de presentación del Sistema ante el MAVDT.

Tabla 37. Metas de recolección de los Sistemas de Recolección Selectiva en Colombia

Corriente de residuos	Normativa	Metas de recolección		
		Recolección mínima anual a partir del 2012	Incrementos anuales mínimos hasta 2016	Incrementos anuales mínimos a partir de 2017
Residuos de Pilas y/o Acumuladores	Resolución 1297 del 08 de julio de 2010	4%	4%	5% hasta el 45% mínimo
Llantas Usadas	Resolución 1457 del 29 de julio de 2010	(Y gestión ambiental) 20%	5% hasta el 65% mínimo	5% hasta el 65% mínimo
Residuos de Bombillas	Resolución 1511 del 05 de agosto 2010	5%	5%	5% hasta el 60% mínimo
Residuos de Computadores y/o Periféricos	Resolución 1512 de 05 de agosto de 2010	5%	5% hasta el 50% mínimo	5% hasta el 50% mínimo

Fuente: Presente Estudio con información contenida en la Normatividad Ambiental Vigente

Para los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo para los residuos de medicamentos vencidos y Plaguicidas de uso Doméstico, existe unas metas en términos de cobertura de la población, las cuales se relacionan en las *Tabla 38* y *Tabla 39*.

Tabla 38. Metas de cobertura mínima anual de la población de influencia para los Planes de Devolución de Productos Posconsumo de Plaguicidas

Período	Meta de cobertura mínima anual de la población de influencia (%)	Año de presentación de informe de actualización y avance
2013	N/A	2014
2014	35	2015
2015	40	2016
2016	45	2017
2017	50	2018
2018	55	2019
2019	60	2020
2020	65	2021
2021	70	2022

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2013).

Los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Plaguicidas de uso agrícola, veterinario, industrial y de uso en salud pública, se tiene la meta de recolección que se calcula con respecto a la *Tabla 40*:

Tabla 39. Meta de cobertura de la población para el Plan de Devolución de Productos Posconsumo de Fármacos o Medicamentos Vencidos

Corriente de residuos	Normativa	Metas de cobertura de la población		
		Primer año	Segundo año	Tercer año
Fármacos o medicamentos vencidos	Resolución 371 del 26 de febrero de 2009	Implementar plan piloto de recolección	Cubrir el 10% de la población	Incrementos anuales del 10% hasta el 70% mínimo

Fuente: Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (2009)

Tabla 40. Meta de recolección para los Planes de Devolución de Productos Posconsumo de Plaguicidas de Uso Agrícola, Veterinario, Industrial y de Uso en Salud Pública

Periodo de recolección	Meta de Recolección Mínima (%)	Año base para cálculo de la meta	Año de presentación de informe de actualización y avance
2013	45	2012	2014
2014	50	2013	2015
2015	55	2014	2016
2016	60	2015	2017
2017	65	2016	2018
2018	70	2017	2019
2019	75	2018	2020

Fuente: Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (2009)

Por su parte, para los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Baterías Plomo Ácido, el porcentaje de la meta de recolección esperada para cada periodo de recolección se evaluará sobre la base del promedio anual de las unidades de baterías plomo ácido vendidas en el periodo especificado en la siguiente *Tabla 41*:

Tabla 41. Metas de recolección del Plan de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Baterías Plomo Ácido

Meta de recolección mínima		Periodo de recolección (año fiscal)	Año de presentación de informe de actualización y avances	Periodo de ventas de baterías plomo ácido para base de cálculo de la meta (años fiscales)
Automotores	Motocicletas			
40	15	2010-2011	2012	2008 y 2009
50	20	2012	2013	2009 y 2010
60	25	2013	2014	2010 y 2011
70	30	2014	2015	2011 y 2012
80	35	2015	2016	2012 y 2013
90	40	2016	2017	2013 y 2014
90	45	2017	2018	2014 y 2015
90	50	2018	2019	2015 y 2016
90	55	2019	2020	2016 y 2017
90	60	2020	2021	2017 y 2018

Meta de recolección mínima		Periodo de recolección (año fiscal)	Año de presentación de informe de actualización y avances	Periodo de ventas de baterías plomo ácido para base de cálculo de la meta (años fiscales)
Automotores	Motocicletas			
90	60	2021	2022	2018 y 2019

Fuente: (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2011)

A continuación, en la *Tabla 42* se presentan las cantidades de residuos recolectados por los diferentes programas posconsumo entre los años 2012 y 2015 en cumplimiento de las metas de recolección determinadas, de acuerdo con lo reportado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Para los residuos de Baterías Plomo Ácido y llantas usadas, los reportes se encuentran en términos de unidades recolectadas en el país, más no unidades de peso.

Tabla 42. Cantidades totales de residuos posconsumo recolectados

Corriente	Cantidad recolectada por año (ton)				Total 2012-2015
	2012	2013	2014	2015	
Computadores y/o periféricos	151,84	1.272,73	2.045,89	369,74	3.840,20
Pilas y/o acumuladores	132,06	270,26	385,14	391,88	1.179,34
Bombillas	253,28	253,95	634,14	773,39	1.914,76
Medicamentos	14,33	166,94	151	205,79	538,06
Plaguicidas	3.268,84	3.109,16	*	*	6.378,00
Total año	5.832,35	7.086,04	5.230,17	3.755,80	13.850,36

Fuente: MADS (2016)

Debido a que las llantas pueden ser de diferentes tamaños (vehículo, camioneta o camión) para poder determinar la cantidad, en toneladas, de llantas recolectadas se requeriría discriminar la cantidad recibida por cada tamaño, sin embargo, no se cuenta con esta información, razón por la cual los datos se presentarán solo en términos de unidades (*Tabla 43*). Esto mismo ocurre con las baterías, que pueden ser de vehículo o de motocicleta, y que por lo tanto tienen diferente peso y volumen.

Tabla 43. Unidades de Llantas Usadas y Baterías Usadas Plomo Ácido recolectadas por los programas posconsumo

CORRIENTE	Cantidad Recolectada por año (Unidades)				Total 2012-2015
	2012	2013	2014	2015	
*Llantas	56.331	338.329	32.056	233.744	660.460
**Baterías Usadas Plomo Ácido	923.478	1.256.615	1.468.837	1.725.501	5.374.431
Total año	979.809	1.594.944	1.500.893	1.959.245	6.034.891

**Cantidad de llantas recogidas y gestionadas reportadas en unidades y validadas por el equipo técnico. **Cantidad de Baterías Usadas Plomo Ácido recolectadas y gestionadas reportada en unidades. Fuente: MADS (2016)*

4.3.1.1. Empaques y envases de bebidas

Uno de los mayores limitantes en este grupo de residuos radica en la falta de información respecto a la cantidad de residuos de envases y empaques que se producen anualmente en Colombia. Así mismo, no se cuenta con datos actualizados respecto al aprovechamiento, tratamiento y disposición final de este tipo de residuos

En Colombia, se ha pasado de producir 20.775 Ton/día a 26.726 Ton/día entre los años 2007 a 2013, de los cuales aproximadamente el 30% está compuesto de materiales de plástico, papel, cartón, vidrio, metales y envases multicapa. Asimismo, se considera que existe inadecuada gestión de los residuos de envases y empaques, puesto que solo del orden del 15% se aprovecha y se reincorpora en el ciclo productivo y la mitad de este se realiza de manera informal (MADS, 2015).

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en el año 2015 sometió a consulta pública la versión para revisión del documento “Proyecto Piloto de Análisis de Impacto Normativo Estrategia Para Envases y Empaques” en el cual se presenta el avance en la implementación de la herramienta de Análisis de Impacto Normativo (AIN) para el proyecto piloto que busca generar una estrategia que permita implementar una gestión integral para los envases y empaques.

Junto a dicho documento, se publicaron comentarios remitidos por parte de algunos gremios, producto de una consulta previa por grupos de actores identificados: sector productivo, sector académico, entidades gubernamentales involucradas en el tema y actores del servicios público de aseo.

En dicho documento se plantea como problema principal una inadecuada gestión de residuos, por lo cual se analizan una serie de posibles causas estratégicas del problemas, así como los efectos de dicha problemática y los roles y responsabilidades de los diferentes actores que intervienen en la cadena de gestión de este tipo de residuos. De acuerdo los análisis realizados, se podrían plantean tres alternativas de solución al problema:

- a) Norma sobre Responsabilidad Extendida al Productor - REP.
- b) Norma sobre Responsabilidad Extendida al Productor – REP junto con un instrumento económico que castigue a la disposición final de residuos aprovechables en rellenos sanitarios
- c) Ninguna nueva intervención por parte del MADS.

Considerando que las dos primeras alternativas contemplan como principio la Responsabilidad Extendida del Productor – REP, que es el principio en el cual se fundamentan los planes posconsumo, la gestión de los residuos de envases y empaques se analizará bajo este esquema de gestión. Esto se realiza debido a que actualmente en el país no existe un esquema de gestión de residuos de envases y empaques.

4.3.2. Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo y Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental Aprovechamiento

El Plan de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo, es el instrumento de gestión que contiene el conjunto de reglas, acciones, procedimientos y medios dispuestos para facilitar la devolución y acopio de productos posconsumo que al desecharse se convierten en residuos o desechos peligrosos, con el fin de que sean enviados a instalaciones en las que se sujetarán a procesos que permitirán su aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final controlada.

Asimismo, el Sistema de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos, es el instrumento de control y manejo ambiental que contiene los requisitos y condiciones para garantizar la recolección selectiva y gestión ambiental de los residuos por parte de los productores.

Estos planes y sistemas constituyen los Programas Posconsumo de residuos, una estrategia dirigida a promover la gestión ambientalmente adecuada de los residuos posconsumo con el fin que sean sometidos a sistemas de gestión diferencial y evitar que la disposición final se realice de manera conjunta con los residuos de origen doméstico (MADS, 2014a)

De acuerdo con el principio de Responsabilidad Extendida del Productor y a las obligaciones asignadas en la Normatividad Ambiental Vigente, el productor deberá garantizar que todos los residuos se gestionen debidamente en sus fases de recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, valorización y/o disposición final, de conformidad con las normas ambientales vigentes.

Por tal motivo, las fases de Recolección, Transporte, Almacenamiento, Tratamiento y/o disposición final se encuentran dentro de las actividades realizadas por el Programa Posconsumo. Dentro de las características de dichos Programas Posconsumo se cuentan (*Figura 17*):

- a) Permitir a los consumidores devolver los residuos a través de puntos accesibles de recolección y en las cantidades que sean necesarias teniendo en cuenta aspectos tales como la densidad de la población, entre otros;
- b) No generar costos para el consumidor al momento de la entrega de los residuos, ni la obligación de comprar productos nuevos;

Solo para los Sistemas de Recolección Selectiva, es decir, para las corrientes de residuos de pilas, bombillas, computadores y llantas, se adiciona una característica correspondiente a “contemplar alternativas de aprovechamiento y/o valorización”.

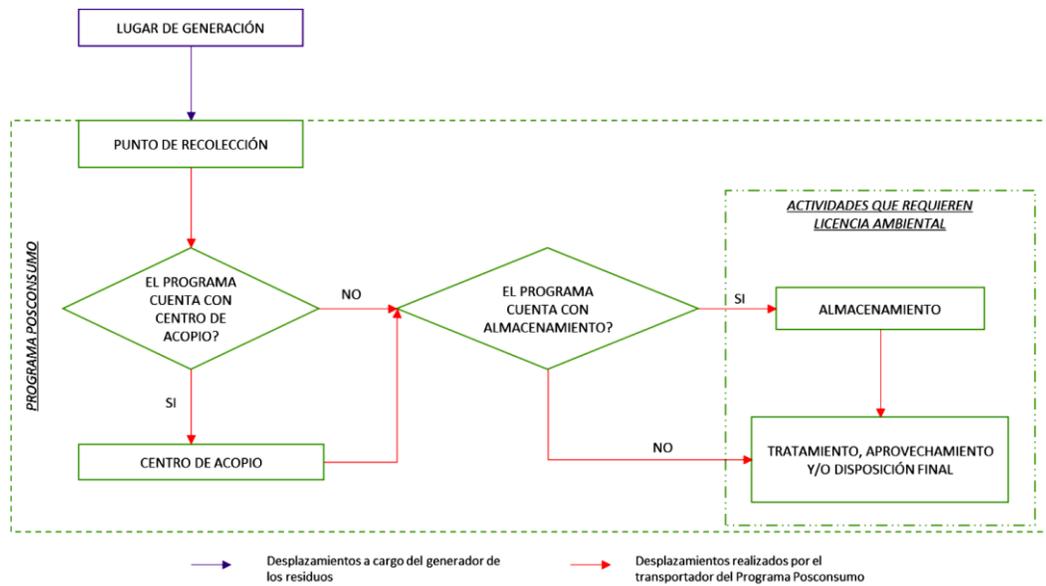


Figura 17. Esquema de la Gestión de Residuos Posconsumo. Fuente: Presente Estudio

4.3.1. Recolección y transporte

Para la recolección de residuos posconsumo, la normatividad ambiental vigente contempla la instalación de puntos de recolección, entendidos como el lugar que cuenta con un contenedor, recipiente o mecanismo acondicionado destinado a ofrecer a los consumidores, la posibilidad de devolver los residuos o desechos posconsumo para su posterior traslado a los centros de acopio, almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, valorización y/o disposición final.

Los fabricantes o importadores, deben informar el cubrimiento geográfico de su programa posconsumo de acuerdo con los municipios en los cuales tiene presencia el programa y aquellos en los que se comercializaron sus productos. Asimismo, deben informar sobre los puntos de recolección de residuos instalados a través del mecanismo de comunicación que haya establecido para tal fin.

Al respecto, las autoridades ambientales en el ámbito de sus competencias, deben informar a los consumidores sobre la obligación de separar los residuos o desechos posconsumo de los demás residuos para su entrega a los mecanismos establecidos por el fabricante o importador. Para tal fin, se han creado herramientas para la divulgación de los puntos de recolección instalados por los diferentes programas posconsumo en Colombia, iniciativas privadas como la plataforma Recypuntos, públicas nacionales como la aplicación RedPosconsumo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y públicas locales como el Visor Geográfico Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente.

Dentro del esquema también se contempla la instalación de Centros de Acopio, es decir, lugares en los que se reúnen temporalmente los residuos desechados por el consumidor o productos desechados o descartados por el consumidor al final de su vida útil, según sea el caso; cuya recolección y gestión se encuentren enmarcados en un Sistema de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos o sujetos a Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo, en un lugar acondicionado para

tal fin, de manera segura y ambientalmente adecuada, con el objeto de facilitar su recolección, clasificación y cualquier actividad de preparación previa a una posterior gestión y manejo ambiental. Los centros de acopio tienen diferentes límites de acuerdo con el tipo de residuo posconsumo que se alberga, de acuerdo a la *Tabla 44*:

Tabla 44. Características de los centros de acopio de acuerdo con la normatividad ambiental vigente

Corriente de residuos	Características del centro de acopio
Fármacos o Medicamentos Vencidos	<p><u>Resolución 371 de 2009. Artículo 8.</u></p> <p>a) La capacidad del centro de acopio no deberá exceder (20) Ton de medicamentos vencidos; de lo contrario, será considerado un almacenamiento y deberá tramitar y obtener las licencias, permisos y autorizaciones de carácter ambiental a que haya lugar.</p> <p>b) El piso debe ser en concreto.</p> <p>c) Debe estar acondicionado de manera segura, en especial contar con sistemas de control de derrames, extinguidor de fuego y medidas de seguridad para evitar la sustracción del residuo por personal no autorizado.</p> <p>d) Si el centro de acopio es cerrado, se requiere la instalación de un sistema de ventilación para evitar la acumulación de gases peligrosos.</p> <p>e) Debe ser un lugar cubierto para evitar la filtración de agua y alejado de fuentes de calor.</p> <p>f) El área debe mantenerse delimitada con la señalización de acuerdo con los peligros y riesgos del residuo, colocada en los lugares de acceso, en forma visible.</p> <p>g) Los centros de acopio deben contar con un sistema de registro de entrada y salida de medicamentos vencidos, de tal forma que se impida el ingreso al mercado ilegal de dichos productos.</p> <p>h) Los residuos deberán estar empacados y embalados siguiendo los criterios que se hayan establecido a nivel nacional o internacional para este tipo de residuos.</p> <p>i) Los residuos no podrán permanecer en los centros de acopio por un tiempo superior a seis meses.</p>

Corriente de residuos	Características del centro de acopio
Baterías Usadas Plomo Acido	<p><u>Resolución 372 de 2009. Artículo 6. Parágrafo 2. y Resolución 361 de 2011 Artículo 2. Parágrafo 2:</u></p> <p>a) La capacidad del centro de acopio no deberá exceder de cuatro (4) toneladas de baterías usadas plomo-ácido. Si se excede el límite establecido se entenderá que se trata de un almacenamiento y en consecuencia se le aplicarán las normas establecidas para este.</p> <p>b) El piso debe ser resistente al ácido e impermeabilizado para prevenir el ingreso de ácido sulfúrico proveniente de una batería usada o derramada durante la manipulación.</p> <p>c) Debe estar acondicionado de manera segura, en especial contar con sistemas de control de derrames, extinguidor de fuego y medidas de seguridad para evitar la sustracción del residuo por personal no autorizado.</p> <p>d) Si el centro de acopio es cerrado, se requiere la instalación de un sistema de ventilación para evitar la acumulación de gases peligrosos.</p> <p>e) Debe ser un lugar cubierto para evitar la filtración de agua y alejado de fuentes de calor.</p> <p>f) Los residuos deberán ser ubicados sobre estibas, con no más de tres (3) tendidos de baterías y en pilas de máximo tres (3) estibas, o dentro de recipientes que eviten el derrame de los residuos.</p> <p>g) El área debe mantenerse delimitada con la señalización de acuerdo con los peligros y riesgos del residuo, colocada en los lugares de acceso en forma visible.</p> <p>Los centros de acopio entregarán una constancia por las baterías recibidas a las personas que realicen la entrega de estos residuos. En dicha constancia se deberá indicar el nombre de la persona (natural o jurídica) que realice la entrega, fecha, cantidad, peso y marca de la(s) batería(s) usada(s) plomo ácido.</p> <p>Estos centros deberán contar con un registro del total de las baterías usadas que ingresan y salen de allí, indicando entre otros, tipo de batería, peso y marca. Este registro debe ser permanentemente actualizado y debe estar disponible para ser exhibido cuando sea exigido por la autoridad ambiental. Los centros de acopio deberán contar con las respectivas autorizaciones y/o permisos que correspondan en materia urbanística y ambiental.</p>
Residuos de Pilas y/o Acumuladores	<p><u>Resolución 1297 de 2010, Artículo 11:</u></p> <p>En los centros de acopio, se podrán desarrollar actividades de separación y/o clasificación de los residuos por tipo de tecnología o tipo de uso, como actividades previas a una gestión ambiental adecuada. La capacidad del centro de acopio no deberá exceder, en peso, doce (12) toneladas de pilas y/o acumuladores usados ni, en volumen, 28 m³. Si se excede el límite establecido se entenderá que se trata de un almacenamiento y en consecuencia se le aplicarán las normas ambientales establecidas para este.</p> <p>Los residuos de pilas y/o acumuladores no podrán permanecer en los centros de acopio por un tiempo superior a 6 meses.</p>
Llantas Usadas	<p>Dentro de la Resolución 1457 de 2010, <u>No se contempla</u> el centro de acopio como parte de la gestión de llantas usadas</p>
Residuos de Bombillas	<p><u>Resolución 1511 de 2010, Artículo 11:</u></p> <p>En los centros de acopio, se podrán desarrollar actividades de separación y/o clasificación de los residuos por tipo de tecnología o tipo de uso, como actividades previas a una gestión ambiental adecuada. La capacidad del centro de acopio no deberá exceder, en volumen, 32m³. Si se excede el límite establecido se entenderá que se trata de un almacenamiento y en consecuencia se le aplicarán las normas ambientales establecidas para este. Los residuos de bombillas no podrán permanecer en los centros de acopio por un tiempo superior a seis meses.</p>

Corriente de residuos	Características del centro de acopio
Residuos de Computadores y/o Periféricos	<p>En ningún caso los centros de acopio o los puntos de recolección de residuos de bombillas, podrán ser instalados en la vía pública, sin ninguna medida de seguridad, aun cuando cuenten con contenedores u otros elementos destinados para tal fin.</p> <p><u>Resolución 1512 de 2010, Artículo 11:</u> En los centros de acopio se podrán desarrollar actividades de separación y/o clasificación de los residuos, como actividades previas a una gestión ambiental adecuada. Para el establecimiento de un centro de acopio de residuos de computadores y/o periféricos se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:</p> <p>a) Instalarse en un lugar techado que lo proteja contra la intemperie; b) Depositar temporalmente los residuos en contenedores o cajas que eviten el deterioro de los residuos y que permitan ser manipulados de forma segura; c) El sitio no deberá exceder una capacidad de 50 m³ en volumen. Si se excede el límite establecido, se entenderá que se trata de un almacenamiento y, en consecuencia, se le aplicarán las normas establecidas para este.</p>
Plaguicidas	<p><u>Resolución 1675 de 2013, Artículo 9:</u> Los sitios destinados a los centros de acopio deben estar acondicionados para operar de manera segura, en especial contra incendio, derrames o sustracción del material por personal no autorizado. Deben contar con señalización, piso en material impermeable y diques de contención. Debe ser un lugar cubierto para evitar la filtración de agua, alejados de fuentes de calor y no estar contiguos a viviendas o instalaciones de preparación y almacenamiento de alimentos. En los centros de acopio se podrán desarrollar actividades de separación, clasificación y compactación de los residuos por tipo de envase, previo a su posterior envío a las demás etapas de manejo ambiental. La capacidad del centro de acopio no debe exceder en peso de 25 toneladas. Si se excede este límite establecido se entenderá que se trata de un almacenamiento y en consecuencia se aplicarán las normas establecidas para esta actividad. En el evento en que se establezcan centros de acopio en establecimientos que se dediquen a la comercialización de insumos agropecuarios y/o semillas, deberá solicitarse el concepto favorable a la Gerencia Seccional del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), de acuerdo con lo establecido en la Resolución 1167 de 2010 o aquella norma que la modifique o sustituya.</p>

Fuente: Presente estudio con información tomada de la Normatividad Ambiental Vigente

La operación de los puntos de recolección o sus mecanismos equivalentes, así como los centros de acopio que se establezcan como apoyo al Sistema de Recolección de los residuos, no estarán sujetos a requisitos de autorización previa por parte de la autoridad ambiental. No obstante lo anterior, en dichos sitios no se podrá realizar actividades de transformación, tratamiento o aprovechamiento del residuo.

El transporte de residuos no requiere de una Licencia Ambiental, sin embargo, en las Resoluciones para cada uno de los residuos se especifica que: “*El transporte de los residuos desde los centros de acopio hasta las instalaciones de almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, valorización y/o disposición final, deberá cumplir con lo establecido en el Decreto 1609 de 2002 o la norma que lo modifique o sustituya.*”

Debido a que los residuos de llantas usadas no son considerados como residuos peligrosos, el transporte de este tipo de residuos no está sujeto a lo dispuesto por el Decreto 1609 de 2002, ahora Sección 8 del Decreto 1079 de 2015 “*Transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera*”

Sin embargo, hasta este punto, solo se ha mostrado la gestión que se realiza dentro del esquema de los programas posconsumo, pero la realidad es que hay un alto porcentaje de participación de actores informales en la gestión de este tipo de residuos, debido a que en la mayoría de los casos los residuos tienen un alto valor y por lo tanto son fácilmente comercializables. Esta situación disminuye las cantidades de residuos que pueden ser gestionados adecuadamente a través de los programas posconsumo.

Este es el caso de las Baterías Plomo Ácido Usadas y los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos como computadores y periféricos. De acuerdo con resultados de estudios del Centro de Producción Más Limpia sobre la Gestión de RAEE en América Latina, y sobre el manejo de los RAEE a través del Sector Informal en las ciudades de Cali, Bogotá y Barranquilla en el año 2010, se estima que la mayoría de los RAEE procedentes del sector residencial terminan en manos de los recuperadores (S. M. Rodríguez, Hernández, Ott, & Uribe Restrepo, 2010). Incluso, es posible afirmar que, el canal de recolección informal maneja el 90% de los RAEE emitidos en Bogotá, el cual solo aprovecha el 10% de los materiales, que son llevados a través de una cadena de varios actores para lograr el aprovechamiento final (L. Rodríguez & González, 2013).

En el caso de las baterías, Hay un sinnúmero de recolectores que haciendo uso de carretas de tracción humana o animal se dedican a la compraventa inmediata de las baterías usadas, sin contar con bodegas de acopio, personal o herramientas adicionales, son personas naturales, que con regularmente ni siquiera están afiliados a la seguridad social. Usualmente éstos se conocen como “carretilleros” y representa el nivel más informal y con menos capacidad tecnológica en la cadena de aprovechamiento de la industria de las baterías usadas (Ministerio del Medio Ambiente de Colombia, Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales, & Universidad de Antioquia, 2002)

Dada la informalidad del negocio del reciclaje de las baterías usadas, se desconoce un dato confiable para el país del número de bodegas de acopio especializado asociado a la industria de aprovechamiento de baterías, pero se sabe que esta práctica tiende a realizarse principalmente en Bogotá, donde se identificaron 28 centros de acopio. Éstos se caracterizan por ser centros de alta actividad en la recolección, comercialización y transporte de todo tipo de residuos. La rotación de baterías usadas se efectúa en promedio cada 6 días, se usan camionetas y furgones para transportar los insumos y, usualmente el área de trabajo está compartida con el área de vivienda, generalmente se utiliza un 30% para vivienda y un 70% para el acopio (Ministerio del Medio Ambiente de Colombia et al., 2002).

Se sugiere incluir para el caso de envases de plaguicidas teniendo en cuenta los siguientes usos: plaguicidas químicos de uso agrícola – PQUA, uso doméstico y uso en salud pública. Tener en cuenta además el Decreto 1843 de 1991, Ley 9 Código Sanitario y Decisión Andina 804 de 2015 y Manual Técnico Andino para el caso de los PQUA. Además existe el Código Internacional de Conducta para

la Distribución de Plaguicidas, que es un instrumento jurídico aprobado por la FAO, el cual tiene como objetivo promover las prácticas que fomenten el uso más seguro y eficaz de los plaguicidas.

4.3.1. Almacenamiento

De acuerdo con la normatividad ambiental vigente, el almacenamiento hace referencia al depósito temporal de residuos o desechos peligrosos en un espacio físico definido y por un tiempo determinado con carácter previo a su aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final. Dicha actividad requiere de licencia ambiental de acuerdo con lo establecido por el Decreto 2041 de 2014.

4.3.1. Aprovechamiento y tratamiento

Al crear la política de REP, el gobierno parece haberse centrado solo en el aspecto regulatorio, subestimando los requisitos tecnológicos y financieros, especialmente en lo que respecta a la infraestructura para el reciclaje. Además, la falta de cooperación con los países vecinos impide el desarrollo de una red de reciclaje eficiente que permita beneficiarse de las economías de escala y, por ende, ahorrar costos al evitar exportaciones intercontinentales (OECD, 2014).

Las regulaciones sobre REP solo establecen metas relativas a la recolección de residuos, no se contempla el reciclaje. En consecuencia, un considerable volumen de desechos recogidos gracias a los programas de REP se acumulan sin que exista una solución inmediata para su reciclaje (OECD, 2014).

Las corrientes de residuos priorizadas hasta la fecha y aquellas en las que se propone implementar esquemas de recolección basados en la Responsabilidad Extendida del Productor tienen diferentes características y composiciones, estos son sometidos a diferente procesos de aprovechamiento o el algunos casos, no es posible aprovecharlos debido a limitantes en cuanto a la disponibilidad de tecnologías en el país para realizar esta actividad. Por tal motivo, esta fase de la gestión se analizará por corriente de residuo, a fin de establecer las particularidades y problemáticas propias asociadas al residuo.

Una problemática común a todas las corrientes de residuos posconsumo, es que se desconoce el total de residuos que se está sometiendo a aprovechamiento y que porcentaje total de residuos generados, es aprovechado. Esta situación no solo se presenta debido a la participación de actores informales e ilegales dentro del sistema de gestión, sino también a que se desconoce la cantidad de residuos posconsumo que se genera en el país.

4.3.1.1. Subgrupos de residuos posconsumo reglamentados

- **Medicamentos vencidos:**

Los residuos de medicamentos vencidos, parcialmente consumidos o deteriorados no pueden ser dispuestos en rellenos sanitarios, ni en celdas o rellenos de seguridad, salvo autorización previa de la autoridad ambiental competente y la adopción de las medidas ambientales a que haya lugar (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2009).

La gestión a través de los Planes de Devolución de Residuos de Productos Posconsumo busca evitar la falsificación o reventa de medicamentos y prevenir los efectos de la inadecuada disposición de los fármacos y medicamentos vencidos, entre los que se cuentan, contaminación del agua potable al hacer contacto con esta, eliminación de bacterias que pueden servir de tratamiento para la recuperación de las aguas residuales en respuesta a la presencia de antibióticos, y afectación a la vida acuática.

Por tal motivo, las opciones de aprovechamiento de este tipo de residuos, es limitada. Actualmente en el país, las empresas gestoras de residuos peligrosos que se encargan de los residuos de fármacos o medicamentos vencidos envían dichos residuos a incineración o a co-procesamiento.

- **Incineración:**

La incineración de residuos de fármacos o medicamentos vencidos es un tratamiento térmico de residuos. Es el proceso más utilizado por los diferentes generadores de Residuos Peligrosos. De acuerdo con el diagnóstico realizado durante el año 2004¹³, en Colombia existen 170 incineradores aproximadamente, de los cuales el 57% se encuentran ubicados en hospitales y clínicas, el 32% en empresas privadas para uso interno y el 11% lo constituyen incineradores comerciales que prestan sus servicios a terceros (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005).

- **Co-procesamiento:**

Otra alternativa en el país es el co-procesamiento de Respel en hornos de plantas cementeras, la cual se viene consolidando como una forma técnicamente viable de aprovechar y tratar los residuos peligrosos, ampliamente utilizada en países industrializados como Estados Unidos, Japón, Alemania, Noruega, Francia, México, Suiza y Chile (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005)

El co-procesamiento de desechos en hornos de cemento adecuadamente regulados proporciona energía y permite la recuperación de materiales mientras se produce el cemento, de manera que supone una opción de recuperación ambientalmente racional de muchos desechos peligrosos. Los países se esfuerzan por conseguir una mayor autosuficiencia en la gestión de los desechos peligrosos, especialmente los países en desarrollo, que posiblemente cuenten con poca o ninguna infraestructura de gestión de desechos, de modo que el co-procesamiento adecuadamente regulado puede suponer una opción práctica, rentable y ambientalmente preferible a los vertederos y la incineración. En general, el co-procesamiento de los desechos en procesos intensivos en recursos naturales puede ser un elemento importante dentro de un sistema más sostenible de gestión de las materias primas y la energía (Naciones Unidas, 2011).

• **Baterías Ácido Plomo Usadas:**

En materia de recolección y acopio se pueden distinguir personas naturales o jurídicas que se dedican con y sin exclusividad a la recolección de baterías usadas y/o sus componentes. Éstos invierten y disponen de cantidades diversas de dinero líquido, herramientas, infraestructura física y capital humano (Ministerio del Medio Ambiente de Colombia et al., 2002).

¹³ Inventario Nacional de Fuentes y Liberaciones de Dioxinas y Furanos. Línea Base 2002

El aprovechamiento de baterías usadas opera a diversos niveles tecnológicos y, por tanto, con diversos grados de afectación ambiental y una marcada diferencia socioeconómica, en el que los recicladores de menor escala compiten con los grandes productores formalmente establecidos, vía reducción de costos productivos. Dicha reducción de costos implica un alto grado de informalidad en los procesos productivos relacionados que conlleva a impactos ambientales y problemas de salud ocupacional significativos (Ministerio del Medio Ambiente de Colombia et al., 2002).

De acuerdo con un estudio realizado en el año 2000 en la ciudad de Bogotá, las baterías de vehículo usadas eran sometidas a aprovechamiento a través de tres tipos diferentes de tecnología: Aprovechamiento de Baja Tecnología, de tecnología intermedia y tecnificado. Dicho estudio estimó una generación de 623.000 Baterías Usadas por el parque automotor de Bogotá por año, de las cuales 311.500 Baterías (50%) eran sometidas a aprovechamiento tecnificado, 249.200 Baterías (40%) eran aprovechadas con tecnología intermedia y 62.300 unidades (10%) con baja tecnología (OCADE, SANIPLAN, & AMBIENTAL SA, 2000).

- **Baja tecnología**

El proceso de reconstrucción de baterías usadas corresponde a un aprovechamiento generalizado de tecnología manual no automatizada, en el cual ningún componente de la batería usada se desecha, excepto separadores averiados.

Usualmente los reconstructores no recuperan la batería usada de plástico sellada, esta se vende con todos sus componentes a las empresas fundidoras de plomo y/o a las chatarrerías. La mayoría de los reconstructores no funden plomo, pero si derriten en fogones corrientes el plomo de los bornes para elaborar de modo artesanal los nuevos bornes de las baterías que ofertan. Estos negocios usualmente operan en garajes o en casas, hacen uso de herramientas manuales, no delimitan los espacios de operación y almacenamiento. El uso de la infraestructura es regularmente ineficiente y se presentan problemas en materia de control ambiental y de salud ocupacional (Ministerio del Medio Ambiente de Colombia et al., 2002).

- **Tecnología Intermedia**

Caracterizada también por el aprovechamiento del plástico y del plomo con separación manual y reducción térmica del mismo en un horno de cuba para dar un producto con 98% de pureza. El plástico es recuperado por molienda (OCADE et al., 2000).

- **Aprovechamiento Tecnificado**

Se caracteriza por la recuperación únicamente del plomo y del plástico con un sistema de trituración, molienda y separación por densidad, recuperando el plomo por reducción térmica en un horno rotatorio para dar un producto con 98% de pureza. El plástico de polipropileno se peletiza para su reutilización (OCADE et al., 2000).

• **Pilas usadas:**

De acuerdo con dispuesto en la Resolución 1297 de 2010, a partir del año 2016, se exige que solo podrán ser gestionados los residuos de Pilas y/o acumuladores a través de actividades de

aprovechamiento y/o valorización con miras al reciclaje de los mismos, en instalaciones dentro o fuera del país.

Sin embargo, debido a que actualmente no se cuenta con tecnologías para el aprovechamiento y/o valorización de los residuos de pilas y/o acumuladores, algunos de los residuos recolectados se están almacenando en un lugar seguro, con licencias y permisos ambientales para tal fin, hasta encontrar la mejor alternativa de aprovechamiento de sus componentes.

Otros residuos por su parte, están siendo exportados para su aprovechamiento en empresas como la Americana Colt Refining, la empresa francesa SNAM, en las instalaciones de la empresa Umicore Battery Recycling en Bélgica y la empresa Revatech.

- **Llantas usadas:**

De acuerdo con la Resolución 1457 de 2010 las autoridades ambientales deben fomentar el aprovechamiento y/o valorización de las llantas usadas, entendiendo aprovechamiento y/o valorización de llantas usadas, como la recuperación y el procesamiento de las llantas usadas, con el objeto de destinarlas a los mismos fines a los que se destinaban originalmente mediante el reencauche o a otros procesos como el reciclaje. (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

El reciclaje, es el proceso mediante el cual se aprovechan y transforman las llantas usadas recuperadas y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos y la valorización energética, es el uso del potencial de aprovechamiento de las llantas usadas como fuente alterna de energía, con el cumplimiento de la legislación ambiental vigente (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Uno de los problemas asociados al aprovechamiento artesanal de llantas usadas, para el caso de la ciudad de Bogotá, es el aprovechamiento energético fundamentalmente como combustible en los hornos de producción de panela en el noroccidente de Cundinamarca, actividad que genera impactos ambientales y de salud pública relacionados con las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles e Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares, contaminantes carcinogénicos y mutagénicos, y otros que causan afecciones al sistema respiratorio y circulatorio (Unión Temporal Ocade Ltda, Saniplan, & Ambiental S.A, n.d.)

Actualmente en Colombia, los residuos recolectados por los programas posconsumo son sometidos a dos procesos de aprovechamiento, un proceso de valorización energética a través del coprocesamiento de llantas en hornos cementeros y un proceso de reciclaje de llantas a través de la separación de materiales y trituración para la obtención de gránulo de caucho que se puede usar para la producción de asfalto modificado. Adicionalmente, se contempla el reencauche de llantas como un proceso adicional de reúso de llantas usadas.

Uno de los limitantes identificados para el aprovechamiento de esta corriente de residuos, es la baja demanda de material proveniente del reciclaje de llantas usadas. De acuerdo con lo expresado por Élmer Cardozo, director actual del programa Rueda Verde de la Andi al Espectador, *“La demanda de los subproductos que salen del aprovechamiento de las llantas es básicamente caucho y acero, y no es muy amplia. La oferta que hay en el país es muy reducida porque es una actividad nueva –el gestor*

más antiguo podrá tener siete años– y es reducida por los costos de inversión. De igual modo, no está definida la corriente de recuperación de la inversión que hacen los gestores frente a los productos que salen (González Penagos, 2014), además aseguro que esto puede hacer que los gestores terminen cerrando sus plantas: “el primer operador de planta trituradora, que estaba con nosotros y que hacían esos procesos industriales, tuvo que cerrar” (González Penagos, 2014).

Al respecto, se han realizado algunos avances en cuanto a la normatividad, con el objetivo de establecer una inclusión del asfalto modificado en las obras realizadas. Tal es el caso de la ciudad de Bogotá, que a través de la resolución 6981 de 2011, en su artículo 4 estipula:

Artículo 4°.- Programa Piloto para el aprovechamiento de llantas y neumáticos usados y de llantas no conforme en obras de infraestructura del transporte urbano. *A partir del segundo semestre del 2012, toda persona que ejecute y adelante procesos constructivos de obras de infraestructura del transporte urbano del Distrito Capital deberán prever el uso de materiales provenientes del aprovechamiento de llantas o neumáticos usados o llantas no conforme, en un porcentaje no inferior al 5% de metros cuadrados por cada contrato de obra, con excepción de aquellos que a la entrada en vigencia de la presente resolución tengan estudios y diseños aprobados.*

El porcentaje de qué trata este artículo aumentará anualmente en cinco (5) unidades porcentuales hasta alcanzar el 25%, y en todo caso, estos procesos constructivos serán reportados en los primeros quince (15) días de los meses de junio y diciembre de cada año a la Secretaría Distrital de Ambiente por medio del formulario que ésta entregue para el efecto. El primer reporte, será en junio de 2013

En el año 2015, se expide el Decreto Distrital 442 de 2015 con el cual se modifica la medida de uso del asfalto modificado, con el objetivo de incrementar la demanda de dicho material:

Artículo 10.- Aprovechamiento de llantas usadas en obras de infraestructura del transporte en el distrito capital. *Desde el 1 de Julio de 2016, toda obra de infraestructura de transporte en el Distrito Capital que se ejecute y adelante en procesos constructivos con asfalto, deberá prever el uso de materiales provenientes del aprovechamiento de llantas usadas en las proporciones técnicas que para el efecto exige el Instituto de Desarrollo Urbano, en la totalidad de metros cuadrados de la mezcla asfáltica usada para la obra.*

- **Bombillas:**

De acuerdo con la Resolución 1511 de 2010, Artículo 13, Parágrafo: A partir de enero del año 2016, solo podrán ser gestionados los residuos de bombillas a través de actividades de aprovechamiento y/o valorización con miras al reciclaje de los mismos, en instalaciones dentro o fuera del país.

Actualmente en Colombia, los residuos de bombillas pueden ser exportados a empresas extranjeras encargadas de realizar tratamiento de residuos de bombillas con contenido de mercurio, como Geep Global Electronics Recycling, Ekokem O, Ab, o aprovechados directamente en el país.

Dentro de los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas se encuentra el programa Lúmina, que tiene como operador del programa para el Suroccidente

Colombiano (de Departamentos del Valle, Cauca y Nariño) a la empresa INNOVA AMBIENTAL que realiza manejo final de lámparas y bombillas por medio de aprovechamiento.

Esta empresa realiza el tratamiento térmico de eliminación de mercurio por medio de destilación del mercurio en un sistema de alto vacío a partir de residuos introducidos al sistema “vacuum therm recycling”. La temperatura y tiempo de destilación dependen del tipo de residuos y concentraciones de mercurio previamente conocidas. El sistema es patentado por Innova Ambiental dentro de Colombia (Innovación Ambiental - Innova, 2016).

En el proceso de aprovechamiento de luminarias, se generan materiales reciclables como aluminio, bronce y latón, vidrio (para uso en materiales de construcción y fabricación de nuevas lámparas, mercurio para producción de nuevos equipos (Innovación Ambiental - Innova, 2016).

- **Computadores y periféricos**

Desde 2009 se ha incrementado el reciclaje de residuos de plomo (provenientes, principalmente, de baterías de plomo ácido) y, en menor medida, de RAEE. Ahora ya se desmontan y restauran en Colombia este tipo de equipos, particularmente computadoras y teléfonos móviles, mientras que algunas piezas de las que pueden recuperarse metales preciosos y elementos tales como tarjetas de circuitos impresos requieren tecnología especializada y se exportan para su reciclaje (OECD, 2014).

- **Envases de plaguicidas:**

De acuerdo con el artículo 17 de la Resolución 1675 de 2013, se prohíben: “*Realizar actividades de aprovechamiento y/o valorización (incluyendo el reciclaje) de los residuos posconsumo de plaguicidas para la elaboración de juguetes, utensilios domésticos, recipientes o empaques que vayan a estar en contacto con agua, alimentos o medicamentos*”

Así mismo, se prohíbe: “*Entregar a mecanismos diferentes a los establecidos por el fabricante o importador los residuos posconsumo de plaguicidas a cambio de contraprestación económica o de otra naturaleza*” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013)

Sin embargo, los envases son susceptibles de aprovecharse con otros fines. Dentro de las actividades de aprovechamiento de envases de plaguicidas se encuentran:

- **Co-procesamiento:**

Los envases recolectados son transportados para co-procesamiento por incineración en hornos cementeros, que cuentan con licencia ambiental para almacenamiento de residuos peligrosos y para la disposición final de residuos plásticos con plaguicidas, además cumplen con las medidas de seguridad requeridas.

Se aprovecha el alto poder calorífico de los envases vacíos de plaguicidas para ser utilizados como combustible alternativo en la planta cementera que cuenten con la autorización de la Autoridad Ambiental Competente de los municipios (CAR's).

- **Chatarrización: Aprovechamiento de canecas metálicas**

- Producción de baldes y mangueras a través del aprovechamiento de bolsas plásticas de plaguicidas.
- Producción de madera plástica a partir del aprovechamiento de envases plásticos.

4.3.1.2. Subgrupos de residuos posconsumo no reglamentados

- **RAEE**

Aunque actualmente la ley 1672 de 2013 aún no se encuentra reglamentada, en el año 2014 se lanzó el primer programa posconsumo de neveras en Colombia, Red Verde. Este programa inicia con la disposición ambientalmente segura de estos electrodomésticos, con el objetivo de implementar un sistema, por medio del cual los fabricantes e importadores, de cualquier aparato eléctrico o electrónico, los reciban al finalizar su ciclo de vida (Programa Posconsumo) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014b).

Las neveras recolectadas se entregarán en las instalaciones de empresas con licencia ambiental, especializadas en el manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Allí se separarán los diferentes materiales, para dirigirlos a los procesos de aprovechamiento y disposición final. Aproximadamente el 75% del peso de una nevera lo constituyen materiales, que se pueden reciclar como materias primas. RED VERDE recuperará esas piezas, para reincorporarlas a los procesos productivos. Los elementos no aprovechables, como gases refrigerantes, aceites y espumas de poliuretano, se extraerán de manera segura y se destruirán adecuadamente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014b).

- **Envases y empaques de bebidas:**

Actualmente para Colombia no existe un consolidado de la cantidad de residuos que se generan por el uso y desecho de envases y empaques. Por lo que, considerando el material del cuál estos elementos están hechos, se relacionan las cifras y procesos de aprovechamiento de vidrio, plástico, cartón y TetraBrik.

La utilización de residuos para la elaboración de nuevos materiales y productos se encuentra ampliamente desarrollada desde hace más de 60 años en la industria siderúrgica, de papel y cartón, vidrio y recientemente en plásticos como el PET y PEAD. En el plástico se observa una gran variedad de empresas. Estas industrias cuentan con procesos tecnificados que requieren altas inversiones en tecnología para la recuperación y transformación de los materiales (Correal S, 2014).

En Colombia, el reciclaje informal es una importante característica del sistema de gestión de residuos municipales. El reciclaje de papel y cartón, plásticos y metales se basa en las tareas de recolección de un número estimado de 26 000 recicladores informales e independientes. Solo en Bogotá, unas 14 000 personas tienen como medio de vida el reciclaje informal. De todos los residuos municipales reciclados, se estima que el 55% corresponde a los recicladores informales, quienes ayudan a compensar la falta de separación de desechos en origen de las ciudades y pueblos colombianos (OCDE & CEPAL, 2014).

La informalidad del mercado en las primeras etapas de la cadena, así como la condición de competencia imperfecta, conllevan a que en el mismo se presenten asimetrías de información. Si bien se han realizado estudios sobre las cadenas de reciclaje, la información está dispersa. No existe la obligación de reportes periódicos ni sistemas de información para este propósito. Adicionalmente, no se cuenta con información desagregada para algunos tipos de materiales (v. gr. plásticos) ni de la procedencia del mismo, lo que impide que se realice una trazabilidad del flujo de los materiales reciclables (Correal S, 2014).

Los plásticos reciclados provienen de la cadena productiva de los plásticos vírgenes y los productos procesados de esta materia prima. La cadena es una de las más dinámicas creciendo a tasas superiores al promedio del resto de otras ramas industriales, debido a su condición de actividad que aporta insumos para consumo intermedio para muchas aplicaciones, según las cifras del DANE creció a tasas superiores al 7 % anual en la década del 2000 (Aluna consultores Ltda., 2011)

Desde el punto de vista económico y social tiene un gran impacto pues genera salarios y empleo aportando más de 3 % del total de la industria. A pesar del buen desempeño ambiental del sector del plástico a juicio del Ministerio de Ambiente, enfrenta el problema de la insuficiencia de los programas de reciclaje. Otro problema que enfrenta el sector es que existe una amplia gama de resinas plásticas, que no son bien identificados en el mercado y por lo tanto se desconoce su manejo post consumo y post industria (Aluna consultores Ltda., 2011).

Dentro del sector de envases existe una actividad específica dedicada a la fabricación de envases de tetra pack. El consumidor final que utiliza estos productos envasados en cajas de Tetrabrik genera residuos post consumo, que en un alto porcentaje van a parar a los rellenos sanitarios. Finalmente grupos de recicladores donde se ha creado un mercado, especialmente Bogotá, Cali y Medellín, recogen el Tetrabrik para su aprovechamiento como materia prima para la producción de aglomerados como cartón gris y madera sintética (Aluna consultores Ltda., 2011).

En Colombia se genera del orden de las 7.200 toneladas año de residuos de Tetrabrik y se recuperan y se aprovechan unas 1.460 toneladas anuales, que corresponden aproximadamente a una tasa del 20% de aprovechamiento (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004).

4.3.1. Disposición final

La disposición final hace referencia al proceso de aislar y confinar los residuos o desechos peligrosos, en especial los no aprovechables, en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente (Presidencia de la República de Colombia, 2005).

En esta última fase de gestión de los residuos posconsumo, reglamentados o no, se presentan varias particularidades debido a que sus diferentes características y clasificaciones conducen a diferentes restricciones al momento de someterlos a disposición final. Aunque para las siete corrientes de residuos reglamentadas, es decir, para los residuos de medicamentos, plaguicidas, baterías plomo ácido, pilas y acumuladores, bombillas, llantas y computadores y periféricos, existe una restricción común: ninguna de ellas puede ser dispuesta directamente en rellenos sanitarios.

En el caso de los residuos peligrosos, las autoridades colombianas señalan que la capacidad actual para la eliminación o la recuperación de las principales corrientes de residuos peligrosos es suficiente, si bien no hay disponible información específica sobre los procesos y capacidades de las instalaciones existentes (OECD, 2014).

En muchos casos la incineración es considerada como un tipo de disposición final, sin embargo, la incineración de residuos es el proceso de tratamiento térmico más empleado, que puede realizarse en hornos (verticales o giratorios), especialmente diseñados, donde se lleva a cabo una combustión completa utilizando el oxígeno excedente (Ministerio de Ambiente & Desarrollo Territorial, 2007). No debe ser considerado directamente como un método de disposición final, puesto que es proceso intermedio, es decir, que tiene una salida de material, que en este caso corresponde a las cenizas del proceso de incineración que deben ser dispuestas adecuadamente de acuerdo con las características de las mismas.

La incineración no fue considerada dentro de la fase anterior, ya que este tipo de tratamiento no tiene como fin el aprovechamiento o valorización energética como el co-procesamiento, sino que su fin es el de reducir el volumen de los residuos o para minimizar los riesgos para la salud humana y el ambiente.

Para la disposición de residuos peligrosos se contempla la celda de seguridad, infraestructura que podrá ser ubicada en las áreas donde se realizará la disposición final de residuos sólidos, mediante la tecnología de relleno sanitario, donde se confinarán y aislarán del ambiente los residuos peligrosos previo cumplimiento de las normas ambientales y sanitarias en materia de residuos peligrosos (Ministerio de Vivienda, 2012).

No obstante, por prohibiciones específicas, ciertas corrientes de residuos posconsumo no pueden ser dispuestos directamente en estas celdas de seguridad. Entre estos, se encuentran los residuos químicos como los farmacéuticos y mercuriales, como los medicamentos vencidos, las pilas y las bombillas, que deben ser encapsulados para reducir su riesgo antes de la disposición en el relleno de seguridad (Procuraduría General de la Nación, 2011).

Todo lo anterior es considerando que la disposición se realice a través de los Sistemas de Recolección Selectiva y de Gestión Ambiental o de los planes de Gestión de Devolución de los Productos Posconsumo, esto es, a través del canal de gestión formal de residuos.

Sin embargo, muchos de los residuos posconsumo son arrojados de manera clandestina, en el espacio público, o dispuestos de manera inadecuada en botaderos a cielo abierto o a cuerpos de agua. Esto se presenta por un desconocimiento generalizado de la existencia de los programas posconsumo y la forma de acceder a ellos, así como una falta de claridad por parte del generador de la forma adecuada de gestión de este tipo de residuos y de los impactos ambientales y de salud que su mal manejo pueden ocasionar.

4.3.1. Análisis del estado de la gestión de residuos posconsumo

Teniendo en cuenta que aún no se encuentra reglamentada la ley RAEE y que la ley para la gestión de envases y empaques se encuentra en formulación, se recomienda adelantar investigaciones respecto a

la generación de este tipo de residuos que permitan establecer de manera clara la línea base y definir metas acordes a la situación actual del país.

Se recomienda realizar un diagnóstico de la generación de residuos posconsumo reglamentados en el país, de manera que se pueda establecer de manera precisa el volumen de generación e identificar oportunidades de negocio en la gestión de este tipo de residuos.

Con la información recolectada a través del diagnóstico de generación, se sugiere evaluar la pertinencia de las metas actuales de recolección establecidas para los Sistemas de Recolección Selectiva de Residuos y los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo que actualmente están reglamentados. Esto considerando que las cantidades recolectadas por los programas posconsumo desde el año 2012 hasta el año 2015, representan un muy bajo porcentaje de recuperación de residuos con respecto a las cifras de generación reportadas en las diferentes resoluciones.

En el caso puntual de la gestión de llantas, se hace necesario incluir las llantas de motocicletas, bicicletas, avión y maquinaria para minería dentro del alcance de los Sistemas de Recolección Selectiva y de Gestión Ambiental, con el objetivo de abarcar todos los tipos de llantas usadas que se podrían generar en el país y evitar así la disposición inadecuada de estos.

El fortalecimiento de los instrumentos administrativos y normativos requiere también de una mejor articulación de los diferentes actores involucrados dentro de la gestión de los residuos. Esto implica que se debe brindar especial atención en la educación ambiental del generador, en torno al uso adecuado de los productos, la prevención, minimización, clasificación y separación de los residuos.

Reconociendo que en la gestión de los residuos existen posibilidades de negocio, se recomienda incentivar la adquisición y transferencia de tecnologías limpias para el aprovechamiento, tratamiento y valorización energética de residuos, así como formular estrategias que permitan aumentar la demanda de productos provenientes de residuos posconsumo reciclados o tratados.

El arrojo clandestino y la disposición inadecuada de residuos evidencian la necesidad del fortalecimiento de las actividades de vigilancia y control por parte de las autoridades, así como de la implementación de herramientas que permitan realizar la captura de información y la trazabilidad de los residuos en las diferentes etapas de la gestión.

Considerando los altos volúmenes de residuos que son manejados por los actores informales, vale la pena explorar estrategias que permitan vincularlos de manera efectiva con los esquemas de gestión adecuada y formal, pues la vinculación se ha contemplado dentro del esquema público de aseo y para los residuos sólidos urbanos, pero no para los residuos de manejo diferenciado y posconsumo.

No obstante todo lo anterior, el mayor esfuerzo debe estar encaminado a la prevención de la generación de los residuos por parte de los consumidores de los productos posconsumo, pues aunque el esquema de la gestión de los residuos funcione adecuadamente, a medida que la cantidad de residuos aumenta, se incrementa la presión sobre los recursos naturales, tanto por que se requiere de mayores cantidades de materias primas para la elaboración de más productos, como por la necesidad de más extensiones de terreno para la instalación de rellenos sanitarios y de seguridad.

4.4. Residuos Peligrosos

4.4.1. Problemáticas de gestión en la prevención y minimización de Respel

La prevención y minimización de la generación en el origen comprende estrategias orientadas a lograr la optimización del consumo de materias primas, la sustitución de insumos peligrosos, la adopción de prácticas, procesos y tecnologías más limpias, entre otros. Por su parte, la minimización comprende la adopción de medidas organizativas y operativas que permiten disminuir (hasta niveles económicos y técnicamente factibles) la cantidad y peligrosidad de los residuos generados que precisan un tratamiento o disposición final. Un instrumento para alcanzar este propósito es el Plan de Gestión Integral que desarrollan los generadores tendientes a la prevención y minimización de estos residuos.

Desde la Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos (PGI-Respel) promulgada por MAVDT, 2005, se proponen numerosas soluciones para mejorar la gestión de los residuos peligrosos, pero se afirma que la mejor opción de gestión es producir menos residuos adoptando métodos de producción más limpia de tal forma que se minimicen la generación de los residuos.

Se aclara desde la política que aunque se adopten medidas de prevención y minimización, se siguen generando residuos peligrosos, los cuales deben ser manejados mediante la gestión privilegiando al reciclaje, recuperación o aprovechamiento y solamente cuando las posibilidades anteriores hayan sido agotadas, se procede a considerar el tratamiento y disposición de los residuos peligrosos, mediante opciones que comprendan métodos seguros. (PGI-Respel).

En la PGI-Respel se identificaron las principales problemáticas de la gestión de Respel, como se verá más adelante, después de una década, subsisten muchas de las problemáticas; pero también es necesario reconocer los logros obtenidos. La relación de estas problemáticas sirve como un referente para el análisis de la gestión y se pueden agrupar así:

- **Planificación y marco normativo:**
 - Débil planificación
 - Su manejo está orientado más hacia el tratamiento y disposición final que a la prevención y el aprovechamiento.
 - La normatividad se encuentra dispersa.
 - El país no dispone de reglamentos técnicos especializados en la materia, que faciliten la clasificación, identificación, caracterización y manejo adecuado de los Respel.
 - Falta de coordinación institucional y baja capacidad de gestión de las autoridades para promover la gestión de Respel (MAVDT, 2005).
 - Existen pocos incentivos económicos y financieros que promuevan la gestión de Respel.

- **Planificación y marco normativo:**

- Desconocimiento por parte de generadores, gestores o receptores, autoridades y comunidad en general acerca del tema, lo cual agudiza la problemática.
- Falta de compromiso por parte de los generadores de asumir su responsabilidad frente a la gestión y el manejo de los residuos.
- Existe desconocimiento por parte de los consumidores en relación con el riesgo que conlleva un manejo inadecuado de los Respel, esto obedece a una cultura basada en la tendencia a consumir el producto más económico, sin importar su calidad ni su gestión posconsumo.
- Casos de abandono de Respel que ponen en grave riesgo a la población y causan problemas de contaminación, lo que se traduce en pasivos sociales y ambientales de difícil manejo.

- **Tecnología e infraestructura:**

- Falta de adopción de alternativas de producción más limpia, por parte de los sectores productivos prevención y a la minimización en el origen de Respel.
- Hay una limitada oferta analítica para la caracterización de Respel. Actualmente no existen laboratorios acreditados.
- La oferta en el transporte especializado de Respel es limitada y en muchos casos se realiza sin los requisitos legales.
- Se cuenta con una oferta limitada de empresas autorizadas que brindan servicios para el manejo de Respel.
- Baja capacidad técnica y de infraestructura de las autoridades aduaneras para controlar los movimientos transfronterizos de Respel.
- No existe un sistema de manejo separado de los Respel, excepto para algunas corrientes de residuos. Por lo general la disposición final se realiza con los residuos no peligrosos.

- **Priorización de la gestión en el marco de la PGI-Respel:**

La minimización mediante la prevención de la generación, así como el aprovechamiento y la valorización, es la prioridad de la gestión integral de los Respel (MAVDT 2005). El tratamiento de los Respel debe permitir la reducción de su volumen y/o peligrosidad, mediante la aplicación a un costo razonable de las mejores técnicas disponibles y las mejores prácticas ambientales. La disposición final de los Respel debe, en la medida de lo posible, limitarse a aquellos que no sean aprovechables o cuyo reciclado por el momento no sea económico o técnicamente factible (MAVDT, 2005).

La PGI-Respel definió la actuación de las autoridades, además del control y vigilancia para una adecuada gestión de Respel, orientándolas a incentivar principalmente las prácticas de minimización de la generación y las de valorización de los Respel a todos los actores involucrados y a establecer las condiciones facilitadoras a quienes muestren interés de invertir en instalaciones de tratamiento y disposición final. (MAVDT, 2005).

De otra parte, para evitar la generación de Respel se requiere de un cambio radical en la percepción y actitud hacia el manejo de los residuos por parte del consumidor. En este caso, se trata de una modificación voluntaria de sus hábitos de consumo que se promueve mediante la implementación de

campañas de educación y sensibilización ambiental haciendo visible los beneficios de minimización de los Respel como los siguientes:

- Económicos: Ahorro por aprovechamiento de materias primas insumos y servicios. Reducción de costos por disposición o tratamiento. Mejora la competitividad.
- Legales: disminuye costos por sanciones y mejora el reconocimiento
- Ambientales: garantiza el mejoramiento continuo de la gestión ambiental reduciendo impactos ambientales
- Técnico: mejora la eficiencia de procesos productivos en productos y servicios.
- Socioculturales: disminución de riesgos a la salud de la población

La PGI-Respel presenta como alternativa la definición y desarrollo de instrumentos económicos mediante la promoción de proyectos de minimización de la generación de Respel y la creación de infraestructura para el manejo ambientalmente adecuado de los Respel mediante la aplicación de los beneficios tributarios existentes y la evaluación de los alcances y limitaciones de los sistemas de retorno en el logro de sus metas de gestión adecuada de productos posconsumo peligrosos (MAVDT, 2005).

Para el fortalecimiento de las actividades de prevención y minimización y gestión y manejo integral de los residuos o desechos peligrosos es importante tener en cuenta las principales limitantes que han dificultado su implementación que son en primer lugar la falta de personal,¹⁴ continuando con presupuesto insuficiente y la falta de interés de actores, más aún por las autoridades ambientales que no las han implementado.

- **Gestión en materia de prevención y minimización de la generación de Respel:**

La primera estrategia consiste en la prevención de la generación de Residuos Peligrosos en la fuente que está orientada a la promoción y desarrollo de actividades orientadas a evitar, controlar, sustituir o reducir la generación de Respel.

ASOCARS (2014) recoge los avances en la materia en el periodo de 2011 a 2014 que permiten diagnosticar el estado de la gestión de Respel en el país con relación a la prevención y minimización. Como parte de los resultados de esta evaluación, el 60% (24) de las autoridades ambientales reportó haber promocionado o desarrollado actividades orientadas a evitar, controlar, sustituir o reducir la generación de los residuos peligrosos (excluyendo las actividades relacionadas con los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos – RAEE y Posconsumo).

Es importante resaltar que las dos corrientes de residuos peligrosos en las que las autoridades ambientales concentraron las actividades de prevención y/o minimización, en el período citado, se encuentran los desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas y los desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de biocidas y productos fito-farmacéuticos. En orden descendente, están por ejemplo: Los desechos de

aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados; los desechos de medicamentos y productos farmacéuticos, los procedentes de montajes eléctricos y electrónicos y las mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua

- **Limitaciones en el proceso de implementación de las actividades de prevención y minimización de Respel:**

En orden de importancia ASOCARS (2014) reporta que las principales limitantes que han dificultado la implementación de las actividades de prevención y minimización de Respel por parte de las autoridades ambientales son:

- Falta de personal
- Presupuesto insuficiente
- Falta de interés de actores

La rotación frecuente de personal, la falta de recursos físicos o logísticos y la falta de apoyo y lineamientos del orden nacional son otros de los aspectos limitantes reportados por el 30% (12), el 25% (10) y el 25,0% (10) de las autoridades ambientales. En menor medida se reportan aspectos como vacíos normativos (12,5%), procesos administrativos complejos (10%) y problemas de orden público o seguridad (5,0%); como se ilustra en la *Figura 18*.



Figura 18. Limitantes para la implementación de las actividades de prevención y minimización reportadas por las autoridades ambientales. Fuente: ASOCARS (2014).

- **Tipificación de las limitantes para la prevención y minimización en la gestión de los Respel (ASOCARS, 2014):**

- a) Falta de personal
 - Baja cantidad de establecimientos por personal de la entidad influye en la masificación de promoción de la prevención o reducción de la generación de los Respel.
 - Personal se enfoca en control y seguimiento y no alcanza a promocionar la prevención y consumo sostenible así como Producción Más Limpia

- No hay equipos humanos con dedicación específica en el tema.
 - En algunas entidades sólo se cuenta con una persona encargada del tema de Respel a quien se le asignan otras funciones.
 - No es posible efectuar el seguimiento continuo a los procesos adelantados con los generadores para evitar y reducir la generación de los Respel.
 - Algunas jurisdicciones de las CAR son geográficamente extensas.
 - Existen pocos funcionarios capacitados.
- b) Rotación frecuente de personal
- Muchas actividades requieren de contratistas que por su condición, no siempre tienen continuidad en los procesos aumentando la rotación del personal contratado por los cambios de administración en las entidades.
- c) Presupuesto insuficiente
- No se cuenta con rubro presupuestal definido para adelantar actividades enfocadas a la prevención de la generación de residuos peligrosos.
 - Los recursos asignados al tema son específicos para actividades puntuales tales como visitas, revisión y transmisión de información, implementación de actividades asociadas al plan de gestión de Respel de la jurisdicción, entre otras
 - Recursos insuficientes para las autoridades ambientales por lo cual no se abarca el control de esta actividad en toda la jurisdicción.
 - Se tiene una dependencia de financiamiento de proyectos del Fondo de Compensación ambiental.
- d) Falta de recursos físicos o logísticos
- Problemas logísticos con el operador para recolectar los residuos peligrosos en zonas distantes o por vías en mal estado, también por el valor de la recolección y transporte que tienen que pagar los pequeños productores, como por ejemplo el sector porcicultor.
 - Los generadores no tienen recursos para optimizar o modernizar procesos.
 - No se cuenta con las instalaciones, equipos y medios de transporte, para que el nuevo personal requerido adelantara sus actividades laborales.
 - Se requiere de recursos que no son suficientes o con los cuales no se cuentan: GPS, cámaras, computadores, impresoras, carnet de identificación para el personal contratista, dotación como elementos de protección personal debido a que el tema verificado son los Respel.
- e) Problemas de orden público seguridad

- Algunos de los principales sectores generadores de Respel en el territorio son el sector minero y agropecuario, en el primero se presenta mucha informalidad, razón por la cual es muy complicado realizar un trabajo mancomunado con los generadores debido a su movilidad y a seguridad, en el segundo se involucran algunas veces problemas sociales y de orden público.
- f) Falta de interés de los actores
- Las empresas no generan cambios significativos en los procesos para la reducción o prevención.
 - Sectores con dificultades económicas, que no cuentan con capacidad técnica, económica para adecuar los procesos para cumplir la normatividad y presentan reacciones ante las propuestas de Producción más Limpia.
 - Los actores principales en el tema de residuos peligrosos son los generadores que revierten sus responsabilidades en las cadenas de gestores Respel, por tanto no hay un compromiso mayor por parte de estos.
 - La informalidad de la mayoría de sectores generadores de residuos peligrosos, repercute en la falta de interés y de dolientes por parte de los propietarios de dichos establecimientos en adoptar alternativas de producción más limpia. Se ha intentado por parte de la entidad desarrollar estas actividades con unos sectores pero no ha habido interés por parte de algunos de estos generadores.
 - Problemas asociados a la continuidad de los procesos al interior de las organizaciones y la asignación de recursos es insuficiente.
 - No son claras las competencias institucionales, por ende existe pérdida de esfuerzos.
 - Debilidad en la gobernanza y concientización de la problemática frente a los residuos peligrosos, ya que actualmente no se tiene por parte de la Administración Municipal un área definida para la disposición final de los residuos hospitalarios y similares.
- g) Procesos administrativos complejos
- En algunas jurisdicciones de las autoridades ambientales se tiene una cantidad muy alta de generadores de residuos peligrosos, lo cual limita el seguimiento que se puede realizar por parte de la entidad.
 - Los trámites para ubicar los recursos son dispendiosos
 - Debido a que la mayoría de los generadores son clasificados como No obligados o Pequeños, la tramitología y cumplimiento de la norma hacen costosa la implementación de los requisitos legales para la gestión adecuada de los residuos peligrosos.
- h) Vacíos normativos
- Con la expedición de la Ley 1252 de 2008, la cual establece la obligación a los generadores de registrarse ante la autoridad ambiental competente y actualizar el Registro de Generadores de Residuos Peligrosos, omitió las categorías de los generadores (grande, mediano y pequeño),

por tanto todos los generadores deben cumplir dicha obligación, independiente de la cantidad de residuos peligrosos generada.

- Los Planes se registran por parte del MADS, y la autoridad regional no tiene un oportuno conocimiento de que se aprueban ni los puntos de recolección.
- Los vacíos normativos no permiten que las autoridades ambientales desarrollen un control y seguimiento a los generadores de residuos peligrosos y su cadena de responsables hasta su aprovechamiento y/o disposición final.
- Actualmente las normas son demasiado laxas y obedecen más a intereses de tipo económico y comercial y no a la protección y conservación de los recursos naturales.

i) Falta de apoyo o lineamientos del orden nacional

- Baja articulación de políticas nacionales con las políticas regionales o de los entes territoriales que garanticen concordancia entre las diferentes entidades
- La política de comercialización de insumos que generan Respel no está acorde con la gestión que se debe realizar frente a los mismos residuos. El costo de los insumos es muy bajo comparativamente con la gestión y manejo de los Respel generados.
- La legislación ambiental existente no engrana a todos los actores que permitan un mayor control del tema de Respel en el territorio.
- La normativa expedida por el Gobierno Nacional es muy general para las condiciones de los generadores de residuos peligrosos que en algunas autoridades la mayor parte de su jurisdicción es rural. Lo anterior dificulta el cumplimiento normativo debido a que muchos de los Respel generados no cuentan aún con una cadena de gestión posconsumo principalmente por la falta de acceso vial a los municipios, la cantidad generada de residuos peligrosos y la no existencia de centros de acopio.

j) Otros

- Las condiciones climáticas en ocasiones no permiten ejecutar en un 100% los proyectos. Falta de continuidad de los programas.
- Falta articulación interinstitucional entre los entes departamentales y/o municipales y las autoridades de control, de tal manera que se aúnen esfuerzos y se socialicen experiencias.
- No se han tomado medidas preventivas o sancionatorias para generadores de Respel.
- No se contemplan incentivos.
- Desconocimiento de la normatividad ambiental aplicable a establecimientos generadores de residuos peligrosos.
- Las regiones donde se encuentran los generadores se encuentran en zonas apartadas.

- **Problemas de gestión en prevención y minimización de residuos de sustancias tóxicas:**

La toxicidad es la capacidad de una sustancia química de causar daño a los organismos vivos. Ésta depende de la cantidad de sustancia administrada o absorbida y del tiempo de exposición a la misma.

La correlación entre la exposición y la correlación entre la exposición y la incidencia o el grado de severidad es llamada correlación-respuesta. Las sustancias tóxicas pueden afectar directamente a los organismos vivos causando la muerte por su efecto (se refiere a los efectos tóxicos observados con una exposición única de corta duración menos de 24 horas en animales de laboratorio) o afectando el crecimiento, la sobrevivencia por factores reproductivos u otras funciones según su toxicidad crónica.

En la política de gestión ambiental de Respel (2005) se realizan planteamientos que han priorizado la minimización o la reducción de la exposición a sustancias especialmente peligrosas, como las carcinógenas, mutagénicas y tóxicas para la reproducción, sustancias tóxicas persistentes y bioacumulativas, disruptores endocrinos y metales pesados como el mercurio. (MAVDT 2005 p. 26) Las tendencias recientes consideran necesario fortalecer el aprovechamiento y valorización de residuos con potencial de recuperación así como instrumentar de forma articulada la gestión hacia la minimización en la generación asociada al consumo responsable (UNAL- MADS 2013).

Los principales problemas que se reportan hoy en las plantas integrales de tratamiento están asociados a una falta de planeación, relacionada con la falta de estudios de mercado lo que conlleva a la acumulación de materiales con pérdida de valor; la falta de tecnificación en los procesos de adecuación y transformación de materiales y a fallas en la operación, asociadas con dificultades en la administración y la distribución de costos entre la disposición final y las plantas, lo que afecta directamente la sostenibilidad financiera¹⁵.

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos tienen un gran potencial de convertirse en residuos peligrosos con posibilidad de impactar en la vida humana y el medio ambiente debido a que pueden estar constituidos por algunos compuestos tóxicos (Ott, 2008 citado por UNAL-MADS 2013). Una dificultad para la prevención de estas sustancias tóxicas es que el país aún no cuenta la infraestructura suficiente para reciclar esta clase de residuos y además hay muy poca información técnica y acerca del mercado de los productos del reciclaje. Los metales corresponden a menos de la mitad del peso, aunque las concentraciones de metales preciosos (ej. oro, cobre) pueden ser más altas que en una mina convencional. De acuerdo con la experiencia del sistema Suizo de reciclaje de TIC, los elementos peligrosos o tóxicos sólo representan el 0.5% del peso total. (UNAL- MADS p. 112)

Toda sustancia química debe ser asumida como un material que requiere manejo especial, a la cual nunca se le debe subestimar su grado de peligrosidad; por lo tanto, en primera instancia, es importante conocerla para saber cómo manejarla: aquello que usted ignora, puede en un momento dado llegar a afectarle MAVDT (2003)

- **Logros en la promoción o desarrollo de actividades de prevención y minimización**

Los principales logros, según ASOCARS (2014) en la promoción o desarrollo de actividades de prevención y minimización de residuos peligrosos son:

- Prevención y minimización de los residuos peligrosos a través de la implementación de mecanismos de producción más limpia (mejora en los procesos, mantenimientos, reconversión industrial, producción y consumo sostenible).
- Generación de conocimiento sobre la utilización de prácticas de producción y consumo sostenibles.
- Concientización de los generadores para reducir la afectación en la salud y el ambiente previniendo o minimizando la generación de residuos o desechos peligrosos mediante la implementación de actividades de producción más limpia.
- Desarrollo de proyectos de investigación.
- Diagnósticos para la identificación, cuantificación y problemática de los residuos peligrosos.
- Planes de gestión integral de Respel formulados por las autoridades ambientales para su jurisdicción.

4.4.1. Problemáticas de gestión en el manejo integral de Respel

En el artículo 28 del Decreto 4741 de 2005 (hoy incluido en el Decreto Único Reglamentario del sector Ambiental 1076 de 2015), se establecen las categorías de los generadores en función de la cantidad de residuos o desechos peligrosos generados, así:

- Gran Generador: Persona que genera residuos o desechos peligrosos en una cantidad igual o mayor a 1.000 kg/mes calendario considerando los períodos de tiempo de generación del residuo y llevando promedios ponderados y media móvil de los últimos seis (6) meses de las cantidades pesadas.
- Mediano Generador: Persona que genera residuos o desechos peligrosos en una cantidad igual o mayor a 100kg/mes y menor a 1.000 kg/mes calendario considerando los períodos de tiempo de generación del residuo y llevando promedios ponderados y media móvil de los últimos seis (6) meses de las cantidades pesadas.
- Pequeño Generador: Persona que genera residuos o desechos peligrosos en una cantidad igual o mayor a 10 Kg/mes y menor a 100 kg/mes calendario considerando los períodos de tiempo de generación del residuo y llevando promedios ponderados y media móvil de los últimos seis (6) meses de las cantidades pesadas.

La puesta en marcha del instrumento de captura de la información sobre Respel, articulado al Sistema de Información Ambiental de Colombia, permite disponer de una base de datos a partir de la cual el IDEAM publicó, en 2013, el primer Informe Nacional sobre la generación y manejo de residuos y desechos peligrosos en el país, que constituye, por otra parte, la información oficial en este campo y, por tanto, se utiliza en el presente trabajo como la fuente básica para el análisis de la problemática en la gestión de este tipología de residuos.

El primer interrogante surge alrededor de la cantidad de residuos peligrosos que se generan en el país. A pesar de que según OCDE (2014) se detecta un sub-registro mayor al 50%, y que las cifras disponibles debe tomarse con reserva, se afirma que la generación de Respel en el período de análisis, realizado por IDEAM (2013) fluctuó entre cerca de 227 y 262 mil toneladas anuales. La cantidad de residuos en estado sólido y semisólido, de particular interés en este trabajo, muestran la mayor

representatividad, entre 67 y 74% aproximadamente, comparada con los residuos en estado líquido o gaseoso. La distribución de los aportes de los generadores, en concordancia con lo establecido en el Dec. 4741 de 20025, es así: Los grandes generadores contribuyen con el 93,7% de los Respel, los medianos con el 5.3% y los pequeños con el 0.9%.

Ahora bien, en relación con las corrientes que aportan mayor cantidad de Respel se establece que el 70% de los residuos sólidos y semisólidos generados se concentran en cuatro corrientes:

- Las mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua, conformadas principalmente por borras, lodos aceitosos y lodos con presencia de hidrocarburos
- Los desechos clínicos resultantes de la atención médica: Residuos biosanitarios, residuos cortopunzantes y anatomopatológicos
- Los desechos resultantes del uso de dispositivos de control de la contaminación industrial para depurar los gases industriales que contienen esencialmente residuos de filtros de mangas y hollín de caldera

No obstante lo anterior, desde la perspectiva de los residuos peligrosos es importante considerar que la *cantidad* de residuos es un criterio necesario para efectos de analizar las problemáticas que surgen en su gestión, pero las corrientes con menor representatividad en el tonelaje no se deben subvalorar puesto que su eventual peligrosidad y los riesgos de afectación a la salud y el ambiente las hace objeto de atención por parte de las autoridades sanitarias y ambientales; así se señala en UNAL (2013) En esta categoría se inscriben corrientes que aportan menos del 3% de los Respel, entre ellas:

- Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de biocidas y productos farmacéuticos (Y4+A4030);
- Montajes eléctricos y electrónicos de desecho o restos de estos que contengan componentes como acumuladores y otras baterías incluidos en la lista A (A1180)
- Sustancias y artículos de desecho que contengan o estén contaminados por PBC o PBB (Y10+A3180)
- Desechos o residuos que tengan como constituyentes Hg, compuestos de Mercurio (Y29)
- Residuos o desechos que contengan como constituyente Asbesto (Y36+A2050)

- **Espacialidad en la producción de Respel:**

Este aspecto se considera de suma importancia en el análisis de las problemáticas de la gestión de Respel y se refiere a la distribución geográfica de los generadores y sus relativos aportes al total nacional. Lo anterior, en consideración a las diferencias sustanciales que existen en cuanto a la capacidad institucional de las autoridades (ambientales y sanitarias) regionales y municipales y, por ende, en su capacidad de respuesta ante los retos que les imponen las dinámicas de las actividades económicas y sociales en esos contextos.

En este sentido habría que anotar que en las jurisdicciones de las autoridades ambientales en las regiones en donde se desarrollan actividades petroleras se reportan los mayores volúmenes de Respel, entre ellas, la Corporinoquia, Cormacarena, CAM y Cortolima. Igualmente, en la jurisdicción de Corpocesar, en donde se desarrollan proyectos carboníferos de gran minería, se registran aportes

significativos de Respel. Sin embargo, según IDEAM (2015) tanto CAM como Corpocesar presentan bajos niveles de transmisión de información en 2013; un indicativo de las deficiencias en la gestión y en el caso de Corpoamazonia, una región en donde se intensifican las actividades petroleras, en sus diferentes fases, el problema es aún más crítico dado que en ese año, 2013, el porcentaje de transmisión de información al registro nacional de Respel fue de 0%.

- **Avances en la gestión:**

El IDEAM (2015) señala que el tratamiento externo de residuos o desechos peligrosos supera a la disposición final, ya sea interna o externa, como la alternativa de manejo más utilizada para la gestión de los residuos peligrosos generados y, en ese sentido, se identifica una coherencia con las estrategias de la PGI-Respel. Por otra parte, el aprovechamiento externo de residuos peligrosos es la alternativa de gestión menos utilizada en el país. El análisis realizado por IDEAM (2013) en relación con la gestión de las corrientes, para cada etapa, indica lo siguiente:

Aprovechamiento: En 2013 se aprovecharon al interior del establecimiento generador 26.598,4 toneladas, de las cuales el 72,2% correspondieron a las mezclas y emulsiones de aceite y agua e hidrocarburos y agua (Y9 + A4060); el 8,5% correspondieron a los desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices (Y12 + A4070); el 8,3% correspondieron a los aceites minerales no aptos para el uso al que estaban destinados (Y8 + A3020); el 2,0% correspondieron a los desechos que tengan como constituyentes: soluciones ácidas o ácidos en forma sólida (Y34); y el 2,0% correspondieron a desechos que tengan como constituyente asbesto (polvo y fibras) (Y36 + A2050). El restante 7,0% corresponde a otras corrientes de residuo

Tratamiento interno: La corriente mezclas y emulsiones de aceite y agua o hidrocarburos y agua (Y9 + A4060) fue la que en mayor medida fue gestionada por medio de tratamiento interno, seguida de los desechos clínicos y afines (Y1 + A4020) y los residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales (Y18)

Tratamiento externo: En relación con el tratamiento externo, la mayor proporción corresponde a la corriente de mezclas y emulsiones de agua e hidrocarburos o aceites y agua (Y9 + A4060). La segunda corriente con mayor manejo por medio de tratamiento externo fue la de residuos clínicos y afines (Y1+A4020)

Disposición final: En la etapa de disposición final (interna y externa) los residuos de la corriente mezclas y emulsiones de agua e hidrocarburos o aceites y agua (Y9 + A3020) se gestionaron en mayor cantidad. Algunas corrientes como los desechos clínicos y afines (Y1 + A4020); los desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices (Y12 + A4070), y los desechos que tienen como constituyente Asbesto - polvo y fibras (Y36 + A2050), presentaron una disminución en las cantidades manejadas por medio de disposición final interna y externa.

- **Limitantes en la gestión de Respel:**

Tanto en el proceso de elaboración, actualización e implementación de los planes de gestión integral de Respel en las jurisdicciones de las autoridades ambientales como en la Promoción a la gestión y manejo integral de los residuos peligrosos generados, ASOCARS (2014) identificó un conjunto de limitantes de orden institucional, normativo y de recursos que son muy similares a las ya relacionadas y comentadas para la prevención y minimización en el país. De tal manera que para evitar la redundancias en el desarrollo de esta temática, se considera de interés señalar que el sector hospitalario es el que tiene la prioridad por parte de las autoridades ambientales para ejercer las actividades de Inspección, Vigilancia y Control (IVC) y, en segundo lugar, se ubican las estaciones de servicio, se atribuye este resultado a la amplia distribución de estos servicios en el país. Sobre los demás sectores como la minería, los hidrocarburos, agropecuario y otras actividades industriales, la IVC se ejerce en función de las particularidades en cada jurisdicción

5. EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS

Para abordar el análisis de los impactos ambientales generados por la gestión de los residuos sólidos, es necesario definir previamente que es un impacto ambiental y diferenciarlo de los términos efecto y aspecto ambiental. El Decreto 1076 de 2015, en su artículo 2.2.2.3.1.1 define un impacto ambiental como “cualquier alteración en el medio ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Wathern (1988) define un impacto ambiental como el cambio de un parámetro en un periodo de tiempo específico y sobre un área definida, como resultado de una actividad antrópica particular (*Figura 19*). La ONU amplía esta definición, incluyendo las afectaciones a la salud, la seguridad de los seres humanos, los monumentos históricos u otras estructuras materiales (Naciones Unidas, 1994). Por su parte Gómez Orea (2002) coincide con estos conceptos, enfatizando en que el análisis de los impactos debe estar relacionado con el bienestar humano.

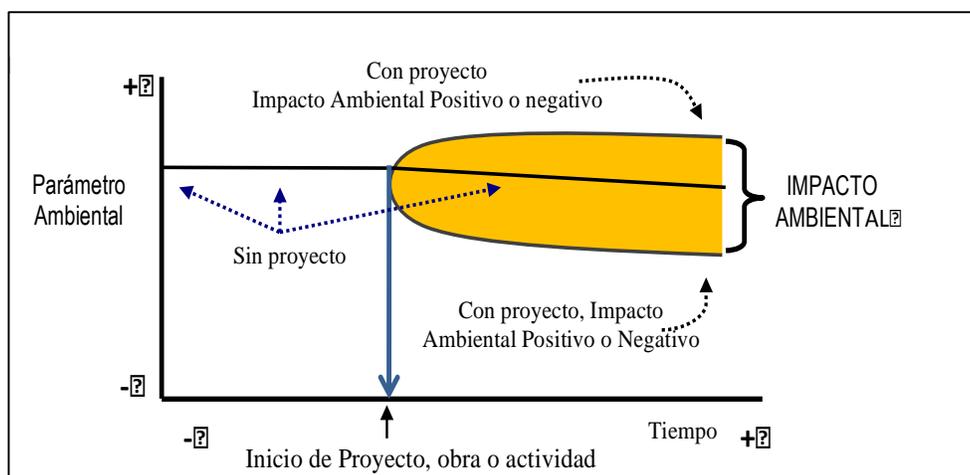


Figura 19. Esquema del concepto de impacto ambiental. Fuente: Toro (2009)

Garmendia, Salvador, Crespo & Garmendia (2005) complementan los conceptos anteriores, detallando que en el análisis de los impactos deben incluirse los cambios en los factores físicos, bióticos y socioculturales, causados por acciones humanas directas o indirectas. Por último, Conesa (2010) define impacto ambiental, como la diferencia del estado del ambiente con y sin proyecto. A diferencia de un impacto, el efecto corresponde a los cambios generales que se presentan en el ambiente, ya sean naturales o inducidos por el hombre (como por ejemplo la contaminación del agua), por lo que al tener un carácter genérico no es posible determinar el parámetro afectado ni cuantificar el mismo.

Por último, la norma ISO 14.001 define un aspecto ambiental como “un elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que interactúa o puede interactuar con el ambiente” (Instituto Colombiano de Normas Técnicas, 2015). Carretero Peña (2007), sintetiza este concepto afirmando que el aspecto ambiental es la causa del impacto.

Con base en las definiciones anteriores se puede concluir que los aspectos ambientales generan cambios, que pueden ser descritos de manera general, correspondiendo este nivel de análisis al de los efectos, o de forma específica, correspondiendo este nivel de análisis al de los impactos ambientales. En la *Figura 20* se presenta un ejemplo de la relación entre aspecto, efecto e impacto ambiental.

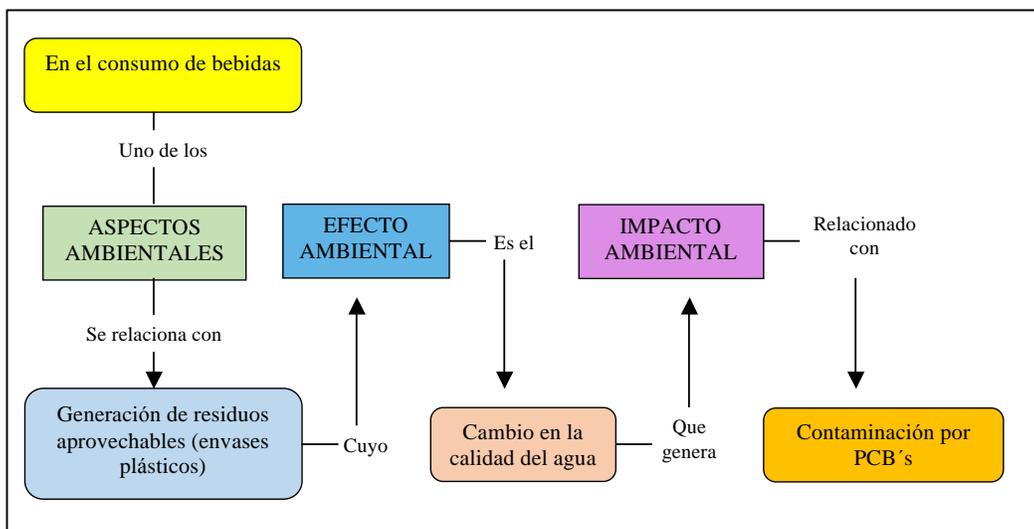


Figura 20. Esquema del concepto de aspecto, efecto e impacto. Fuente: Toro (2009)

Para el propósito de este estudio se asume la definición de impacto ambiental propuesta por Wathern, debido a que la identificación de los parámetros ambientales afectados por la gestión de los residuos, facilitará la definición posterior de las medidas de manejo requeridas para la prevención, mitigación y/o corrección de los impactos asociados a los residuos priorizados. A continuación se presentan los impactos ambientales relacionados con los residuos, identificados en publicaciones nacionales e internacionales¹⁶ de carácter técnico, institucional y académico¹⁷.

5.1. Residuos Sólidos Urbanos

Dentro de este acápite se incluyen los impactos ambientales asociados a residuos ordinarios, entendiendo por ordinario a los residuos aprovechables (vidrio, cartón, aluminio, orgánicos, etc.) y no aprovechables.

5.1.1. Impactos sobre el agua

Los impactos ambientales generados por la gestión de los residuos ordinarios sobre el agua, han sido ampliamente documentados para las etapas de transporte, aprovechamiento y disposición final. En términos generales se pueden agrupar en impactos relacionados con: i) la afectación del ciclo hidrológico, ii) el uso del recurso y iii) su calidad. Dentro de este último grupo se ubican los

¹⁶ Se revisaron publicaciones de Colombia, Australia, Brasil, Chile, Costa Rica, Dinamarca, Eslovaquia, España, Estados Unidos, Italia, México, Noruega, Nueva Zelanda, Reino Unido y Suiza.

¹⁷ Artículos científicos, libros y tesis

impactos relacionados con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas superficiales y subterráneas.

La afectación al ciclo hidrológico está relacionada con el manejo de los residuos líquidos o lixiviados, que se generan en los lugares de disposición final (Zapata Muñoz & Zapata Sánchez, 2013). Este impacto está directamente relacionado con la disminución de la oferta hídrica para consumo humano, agropecuario y recreativo, que se presenta cuando los residuos no son tratados adecuadamente (Martínez Guiro, 2008). Otro impacto relacionado con la inadecuada gestión de los residuos ordinarios es el incremento de la ocurrencia de inundaciones (Ali & Bella, 2016), debido a la obstrucción de los sistemas de alcantarillado o de los causes de los ríos por la acumulación de los mismos.

En relación con los parámetros de calidad se destacan la saprobización, el incremento de los sólidos suspendidos y sedimentables (Téllez Maldonado, 2012), la eutrofización (Martínez Guiro, 2008; Molgaard, 1995), la disminución del oxígeno disuelto (Martínez Guiro, 2008), el incremento de la concentración de metales pesados (Ali & Bella, 2016; Eco-ing, 2012; Eco-ing, GTZ, & Gobierno de Chile - CONAMA, 2010; Giusti, 2009; Molgaard, 1995).

Otros impactos identificados son el incremento de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), la dureza, la turbidez y los sólidos disueltos (Procuraduría General de la Nación., s. f.), el incremento de la demanda química de oxígeno (DQO) (Ojeda Reina, 2005), el incremento de olores ofensivos o desagradables (Giusti, 2009; Palmiotto et al., 2014; Téllez Maldonado, 2012) y el incremento en la concentración de compuestos orgánicos sintéticos y radiactivos (Giusti, 2009; Téllez Maldonado, 2012). Estos últimos, relacionados con la presencia de residuos peligrosos que debido a una gestión inadecuada son dispuestos junto con los residuos ordinarios (Giusti, 2009; Téllez Maldonado, 2012).

Durante la fase de disposición final, también se pueden presentar infiltraciones de sustancias peligrosas asociadas a los aditivos de los compuestos plásticos. Estos aditivos además de prolongar el tiempo de degradación del plástico, pueden ser transportados en los lixiviados afectando la biota, con la introducción de productos químicos potencialmente peligrosos. Por otra parte, algunos aditivos a pesar de no ser persistentes, presentan una estructura inestable que facilita su migración. Tal es el caso de los ftalatos, que en el PVC pueden ser hasta el 50% en peso, y del bisfenol A, ampliamente usado en envases de bebidas y alimentos (Cole, Lindeque, Halsband, & Galloway, 2011).

Por su parte, en la actividad del lavado que se realiza para el aprovechamiento de residuos plásticos, se pueden presentar incrementos de la concentración de compuestos organofosforados, clorofenacéticos y nitrogenados, provenientes del material contaminado con productos agroquímicos; saprobización debido al plástico empleado en productos alimenticios; incrementos de la concentración de compuestos orgánicos sintéticos procedente de los envases de lubricantes; y de manera general incrementos de la DBO, DQO, sólidos suspendidos y sedimentables (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004).

5.1.1. Impactos sobre las geoformas, el paisaje y el suelo

Los impactos sobre las geoformas están relacionados con la construcción de los rellenos sanitarios. Entre los más frecuentes están la desestabilización de taludes, asociada a la generación de gas que

aumenta la inestabilidad de los residuos, así como la posibilidad de derrumbes y de combustiones esporádicas (Gobernación de Cundinamarca, 2014; Jaramillo Henao & Zapata, 2008), y el cambio en las geoformas (Zapata Muñoz & Zapata Sánchez, 2013). Respecto al paisaje, diversos autores concuerdan en que el cambio de la estética característica es el mayor impacto que se presenta sobre este componente (Giusti, 2009; Herrera Becerra, 2014; Jaramillo Henao & Zapata, 2008; Martínez Guiro, 2008; Palmiotto et al., 2014).

Los impactos al suelo pueden ser agrupados en 2 categorías: i) los relacionados con su uso y ii) los que afectan su calidad. Al igual que para el caso del recurso hídrico, en este último grupo se incluyen los impactos relacionados con cambios en los parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Dentro de los impactos relacionados con el uso del suelo se encuentran el cambio de uso (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2015), la disminución de las áreas destinadas a la urbanización (Ali & Bella, 2016) y al desarrollo de otras actividades económicas, que se traducen en pérdida de productividad (Jaramillo Henao & Zapata, 2008). No obstante, es importante resaltar que la gestión de los residuos sólidos favorece a un grupo de actividades económicas, como son las relacionadas con el transporte y el aprovechamiento de los residuos, a través de la separación y reciclaje.

Entre los impactos ambientales relacionados con la calidad del suelo se destacan el cambio de las propiedades físico químicas, el aumento de la concentración de nutrientes y la capacidad de intercambio catiónico (CIC) (Jaramillo Henao & Zapata, 2008), el incremento de la concentración de compuestos orgánicos sintéticos, residuos metálicos y cenizas (Giusti, 2009), el incremento de la concentración de metales pesados (Eco-ing, 2012; Giusti, 2009), el cambio del pH (Procuraduría General de la Nación., s. f.) y la pérdida de capas de suelo (Zapata Muñoz & Zapata Sánchez, 2013).

Se resalta como un impacto positivo sobre este componente el aumento del potencial de producción, que puede ser alcanzado con la incorporación del compost elaborado a partir de los residuos orgánicos (Jaramillo Henao & Zapata, 2008). Sin embargo, para que esto sea posible es necesario garantizar una adecuada separación en la fuente, de manera que este material no contenga sustancias peligrosas o nocivas para el ambiente y la salud de las personas, ya que los residuos orgánicos están asociados a la generación y/o aumento de los lixiviados (Giusti, 2009). Respecto a este último impacto, es importante mencionar que el incremento de lixiviados también se puede presentar por la mezcla de aguas lluvias con los residuos (durante las etapas de almacenamiento, transporte y disposición) y por ausencia de canales interceptores en los rellenos sanitarios (Gobernación de Cundinamarca, 2014).

5.1.1. Impactos sobre el aire

Los impactos sobre el componente atmosférico están estrechamente ligados con el cambio en los parámetros de calidad del aire. Algunos se presentan de manera frecuente dentro de las condiciones normales de operación (por ejemplo durante el transporte), mientras que otros solo cuando hay una gestión inadecuada o bajo situaciones anormales (por ejemplo durante un incendio accidental o una afectación a la infraestructura del sitio de disposición final).

Dentro de los impactos relacionados con la afectación de parámetros físicos se destacan en incremento de los niveles de presión sonora o ruido y el incremento del material particulado (Giusti, 2009;

Jaramillo Henao & Zapata, 2008; Téllez Maldonado, 2012), especialmente relacionado con las etapas de recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final.

Respecto a los parámetros químicos se han documentado el incremento de la concentración de gases de efecto invernadero (Giusti, 2009; Turner, Williams, & Kemp, 2016), principalmente de metano (CH₄), dióxido y monóxido de carbono (CO₂, CO) (Eco-ing et al., 2010; Giusti, 2009; Jaramillo Henao & Zapata, 2008; Palmiotto et al., 2014). Estos últimos asociados al consumo de combustible durante el transporte de los residuos. Siendo especialmente importantes cuando las distancias a recorrer son prolongadas, de manera que el volumen agregado de las emisiones puede ser significativo.

Otros impactos reportados son: el incremento de la concentración de fluoruro de hidrógeno (HF), óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), cloruro de hidrógeno (HCl), y de dioxinas (PCDD) y furanos (PCDF) (Eco-ing et al., 2010; Giusti, 2009; Palmiotto et al., 2014; Téllez Maldonado, 2012). Es importante aclarar que el HCl se presenta en los procesos de recuperación de plástico, mientras que las dioxinas y furanos generalmente están asociados a la incineración y/o la presencia de residuos peligrosos que han sido dispuestos como ordinarios.

Otro conjunto importante de impactos ambientales está asociado a los compuestos policíclicos. En este grupo se incluyen el incremento de la concentración de Bifenilos Policlorados (PCB) (Ali & Bella, 2016) y el incremento de la concentración de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHS) (Giusti, 2009).

También se pueden presentar incrementos de la concentración de humos y vapores tóxicos (Ali & Bella, 2016; Salamanca, 2005), de bioaerosoles en el aire (Giusti, 2009) y de compuestos orgánicos volátiles (VOC) (Defra, 2004; Giusti, 2009; Palmiotto et al., 2014). Siendo importante resaltar que el metano, 1,1 dicloroetano, cloroetano, cloroetano, clorobenceno y tetracloroetano son los VOC, más significativos por sus impactos a la salud (Defra, 2004).

Finalmente, el incremento de olores ofensivos y/o desagradables es un impacto frecuente en varias etapas de la gestión de residuos, como el transporte, almacenamiento, tratamiento (incineración), aprovechamiento (reciclaje y compostaje) y disposición final en rellenos y vertederos (Giusti, 2009; Palmiotto et al., 2014; Téllez Maldonado, 2012).

5.1.1. Impactos sobre la flora y fauna

Los impactos ambientales sobre la flora están presentes en todos los ecosistemas directamente asociados con los lugares de almacenamiento y disposición final. Entre estos se destacan la pérdida de individuos de especies de flora, el desplazamiento y pérdida de individuos de flora acuática y la fractura de corales (Martínez Guiro, 2008; Téllez Maldonado, 2012). Este último impacto se presenta en los lugares cercanos a las playas, donde se depositan residuos que por el oleaje golpean continuamente los corales rompiéndolos.

Sobre la fauna se han documentado impactos ambientales relacionados con la disminución o eliminación del hábitat (Jaramillo Henao & Zapata, 2008), el desplazamiento o ahuyentamiento de la fauna (Martínez Guiro, 2008), el incremento de especies plaga (Giusti, 2009; Jaramillo Henao &

Zapata, 2008; Téllez Maldonado, 2012), la muerte de animales (Ali & Bella, 2016; Martínez Guiro, 2008; Téllez Maldonado, 2012) y la bioacumulación de sustancias tóxicas en organismos acuáticos (Téllez Maldonado, 2012).

El incremento de trastornos alimenticios en animales acuáticos representa un grupo importante de impactos a la fauna. Estos están asociados con los residuos plásticos que, al llegar a los ecosistemas marinos, pueden ser ingeridos por peces o aves, bloqueando las vías alimenticias o el tracto intestinal. Causando una sensación de saciedad, que puede inducir a una menor ingesta de alimentos y finalmente la muerte (Cole et al., 2011; Derraik, 2002). El Otro efecto derivado de la ingestión de residuos plásticos, es el bloqueo de la secreción de enzimas gástricas, que inducen la disminución de los niveles de hormonas, de la ovulación y por ende, una disminución de la tasa de reproducción (Derraik, 2002).

Debido a la relación entre el área superficial y el volumen de los micro plásticos, la biota marina también puede estar expuesta a los lixiviados de los aditivos, los cuales pueden interferir funciones endocrinas, causando impactos en la movilidad, la reproducción, el desarrollo e inducir la carcinogénesis. Estos impactos pueden ser resumidos como incremento de trastornos en procesos biológicos (Cole et al., 2011).

Al respecto es importante resaltar que la contaminación por PCB representa un riesgo significativo para las cadenas alimenticias marinas, ya que estos componentes pueden conducir a desordenes reproductivos, alterar los niveles hormonales y causar la muerte de las especies. Por último, la acumulación de residuos plásticos sobre el fondo marino también puede inhibir el intercambio gaseoso. Esta condición de hipoxia o anoxia resultante puede interferir con el funcionamiento normal del ecosistema y alterar la vida en el fondo marino (Derraik, 2002).

5.1.1. Impactos sobre las comunidades humanas

Sobre el componente social se pueden identificar un gran número de impactos. De estos se destacan el rechazo social por parte de la comunidad hacia las personas que ejercen actividades de reciclaje, debido en parte a la falta de separación de los residuos en la fuente, lo que implica que el reciclador deba hacer una inspección de un gran número de bolsas de basura para encontrar los materiales que le resultan útiles (Varon Jimenez, 2011). Otro tipo de rechazo por parte de la comunidad, es el llamado efecto NIMBY, debido a la oposición de los residentes de una zona a que se instalen proyectos para la gestión de residuos cerca de sus lugares de residencia (Jaramillo Henao & Zapata, 2008; Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2013).

También se presenta detrimento de la calidad de vida de las poblaciones que habitan cerca a los lugares de disposición final (Jaramillo Henao & Zapata, 2008), la emigración de la población (Jaramillo Henao & Zapata, 2008; Zapata Muñoz & Zapata Sánchez, 2013), y la pérdida del territorio ocupado por el relleno sanitario (Marchettini, Ridolfi, & Rustici, 2007).

Por otra parte, algunos de los impactos positivos de la gestión de residuos pueden ser la conversión de áreas de escaso valor en áreas de aprovechamiento comunitario, la inclusión social, la visibilización y dignificación de los recuperadores o recicladores, cuando se cuenta con programas para el aprovechamiento de los residuos (Jaramillo Henao & Zapata, 2008). Un impacto asociado a los

residuos plásticos publicitados como biodegradables, es la generación de falsas expectativas en la población, debido a que en el contexto colombiano no se presentan las condiciones requeridas para su biodegradación (luz, humedad, temperatura, estrés mecánico y oxígeno) (Téllez Maldonado, 2012).

Sobre la salud es importante resaltar la amplia gama de afectaciones que pueden llegar a presentarse durante las diferentes etapas de la gestión de residuos sólidos. Algunos de los impactos potenciales en la salud son: incremento de la morbilidad, aumento en la incidencia de enfermedades virales y bacteriales, incremento de patógenos y organismos vectores de enfermedades, e incremento de enfermedades respiratorias y de la piel (Ali & Bella, 2016; Jaramillo Henao & Zapata, 2008; Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2012).

También se reporta incremento de dolores de cabeza, irritación de ojos, náuseas o vómito, estrés emocional y ansiedad (Palmiotto et al., 2014), incremento del riesgo de cáncer y de defectos de nacimiento (Giusti, 2009) e incremento del riesgo de aborto (Candela et al., 2015). Estos últimos asociados a la incineración de residuos, que genera emisión de gases.

Otros impactos asociados a la salud, documentados en el Diagnóstico Nacional de Salud Ambiental son el incremento del riesgo de enfermedades circulatorias, infecciones y patologías asociadas a los órganos de los sentidos, y el incremento de la morbilidad, especialmente sobre la población que está en contacto directo con los residuos, como por ejemplo los recicladores. El incremento del riesgo de desnutrición infantil es otro impacto asociado a los residuos ordinarios, debido a su manipulación bajo condiciones deficientes de higiene personal y de saneamiento básico, que ocasionan infecciones dérmicas y procesos diarreicos y parasitarios (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2012; Tello, Martínez, Daza, Soulier, & Terraza, 2010).

El incremento de afectaciones sobre el desarrollo antropométrico es otro impacto significativo, relacionado con la disposición final de los residuos. Al respecto un estudio realizado en 2008 evidenció que los índices antropométricos para los niños menores de 3 años, que residían en cercanías al relleno sanitario Doña Juana, eran menores comparados con los de niños que se localizaban en una población de control con gran similitud, en cuanto a las condiciones sociales y económicas, ubicada a más de 8 kilómetros de distancia del relleno. Un estudio similar realizado en cercanías al botadero de residuos Navarro de la ciudad de Cali, encontró que la exposición de niños generó un impacto negativo en el crecimiento infantil, con valores de peso-talla menores respecto al promedio (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2012).

Otro impacto derivado de los residuos ordinarios es el incremento de riesgo de incendios y explosiones, asociada a envases de vidrio, que pueden concentrar el calor del sol, por el llamado efecto lupa, y ocasionar una conflagración (Eco-ing et al., 2010; El-Fadel, Findikakis, & Leckie, 1997; Jaramillo Henao & Zapata, 2008).

5.1.1. Impactos sobre la infraestructura de servicios públicos

Dentro de este componente y para la etapa de disposición final, resulta muy importante el impacto del agotamiento de la capacidad de los rellenos sanitarios (Eco-ing, 2012; Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2015; Téllez Maldonado, 2012) y el deterioro de las condiciones

geotécnicas (Zapata Muñoz & Zapata Sánchez, 2013). La reducción de la vida útil de los rellenos conlleva a la búsqueda de nuevos sitios, que generan problemas socioeconómicos, cambios en el uso del suelo y presión sobre los recursos naturales, al ser utilizados como sumidero de residuos. Adicionalmente al estar cada vez más lejos los sitios de disposición, el transporte induce el incremento de los costos en la gestión (Gobernación de Cundinamarca, 2014; Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2015).

La no separación de los residuos aprovechables ocasiona la reducción de la vida útil de los rellenos sanitarios y la pérdida de materiales recuperables, siendo particularmente importante para el caso de los envases y empaques, debido a que no permiten la compactación óptima de los residuos (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2015). Por ejemplo en Bogotá, la recuperación de material logra una cobertura del 60% en papel y cartón, cerca del 50% en vidrio, pero en plástico es tan solo del 6% (Téllez Maldonado, 2012). Esta pérdida de materiales recuperables también incide sobre el incremento de la demanda de energía, ejerciendo una mayor presión sobre los recursos naturales (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2015).

Por otra parte, cuando hay una adecuada separación y un sistema de recuperación de los residuos aprovechables, el impacto sobre los rellenos resulta positivo, ya que se contribuye al aumento de su vida útil (Eco-ing, 2012; Jaramillo Henao & Zapata, 2008). Aunque el aprovechamiento de los residuos también genera un incremento de la demanda de agua potable, por ejemplo en la recuperación de plástico, vidrio y materiales metálicos, e incrementos en el consumo de energía, por ejemplo en el desestañado de la hojalata (Eco-ing et al., 2010).

5.1.2. Otros impactos sociales

Algunos impactos asociados a la gestión inadecuada de los residuos, que afectan la economía son el incremento de los costos en salud, la disminución del costo de la propiedad, la disminución del valor de la tierra y la afectación de actividades económicas sensibles al estado del ambiente, por ejemplo el turismo (Jaramillo Henao & Zapata, 2008; Martínez Guiro, 2008; Téllez Maldonado, 2012). En la fase de recolección y transporte se puede presentar un uso ineficiente del presupuesto municipal, debido a los sobrecostos que se presentan cuando el sistema de recolección no es el óptimo (Ali & Bella, 2016).

No recuperar los residuos aprovechables genera una disminución de las oportunidades de negocio (Ali & Bella, 2016) y de la oferta de empleo, ya que se dejan de percibir ingresos por parte de una población vulnerable, como pueden ser los recicladores (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2015).

Impactos ambientales positivos asociados al aprovechamiento de los residuos orgánicos, pueden ser el incremento de la oferta de energía a partir de biogás y de la oferta de abonos orgánicos para poblaciones rurales. Mientras que el aprovechamiento de materiales reciclables aporta a la generación de conciencia ambiental en la población, y a la recuperación y conservación de recursos y materias primas (Jaramillo Henao & Zapata, 2008).

Al respecto se ha documentado que en los procesos de producción de envases y embalajes donde se sustituye material virgen por residuos recuperados, hay una disminución significativa de materia prima

y ahorro de energía. Por ejemplo en la fabricación de latas a partir de acero o aluminio, se puede lograr un ahorro hasta de 95% en la cantidad de energía requerida, respecto al proceso de fabricación tradicional (Eco-ing, 2012).

5.2. Residuos de Construcción y Demolición

En este acápite se describen los impactos ambientales documentados, relacionados con residuos de construcción y demolición (RCD).

5.2.1. Impactos sobre el agua

Los residuos de construcción y demolición tienen un alto potencial de afectación a los patrones de drenaje, especialmente en los lugares de disposición final. Destacándose como impactos la disminución de la infiltración y la interrupción del drenaje. Estos impactos a su vez pueden afectar la capacidad de recarga de los acuíferos y los sistemas locales de drenaje de aguas lluvias (UICN, 2011).

Otros impactos relacionados con este recurso son: la disminución de la oferta hídrica para consumo humano y agropecuario, debido a la desviación o contaminación de fuentes de agua; el incremento de la sedimentación, y la alteración de la disponibilidad del recurso en términos de cantidad y calidad. Al respecto es importante señalar que se han presentado incrementos en la infiltración de sustancias peligrosas a los acuíferos, a causa de los residuos de pinturas, disolventes, etc. que pueden estar contenidos en estos residuos (UICN, 2011).

En cuanto a la calidad del agua, los impactos ambientales más importantes son el incremento de la turbidez (Morales, Jungles, Klein, & Guarda, 2010) y el incremento de los sólidos sedimentables (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015), debido al tamaño de las partículas que desprenden. De acuerdo con Morales et al, (2010) entre el 15% y el 20% de las partículas que se generan en el proceso de trituración de RCD, tienen un tamaño inferior a 75 micras. Las cuales, al ser transportadas por fenómenos de escorrentía, pueden afectar ecosistemas acuáticos, al reducir la penetración de la luz y por tanto la fotosíntesis de la hidroflora.

5.2.2. Impactos sobre las geoformas, el paisaje y el suelo

Los impactos sobre las geoformas están asociados a las fases de almacenamiento y disposición final, siendo significativos el cambio en la morfología y la topografía del lugar. Otro impacto importante en la gestión de los RCD, es el cambio en la estética característica del paisaje (Bedoya, 2003), que afecta el uso y el disfrute de los espacios urbanos (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

Sobre el suelo los impactos ambientales más frecuentes son la pérdida o eliminación del recurso, el aumento de la densidad aparente (compactación) y la disminución o eliminación del horizonte orgánico. Todos estos relacionados con la fase de disposición. El incremento del riesgo de derrames de sustancias contaminantes puede potencializar la generación de lixiviados, cuando se disponen materiales orgánicos junto a los RCD. Lo cual puede conducir a la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015; UICN, 2011).

5.2.3. Impactos sobre el aire

Los impactos ambientales documentados sobre el componente atmosférico están relacionados con la fase de transporte y disposición final. Al respecto los más frecuentes son el incremento del material particulado, las partículas suspendidas totales y la presión sonora o ruido (Kozlovská & Spišáková, 2013; Morales et al., 2010; Secretaría Distrital de Ambiente, 2015; UICN, 2011).

En cuanto al material particulado es importante resaltar que dependiendo de la fuente, se pueden presentar sustancias peligrosas, como por ejemplo en las láminas de amianto o asbesto y fibrocemento, las cuales pueden tener importantes efectos a la salud.

La contaminación por partículas y gases se presenta en varias etapas del ciclo de gestión de los RCD (generación, transporte dentro del área del proyecto, almacenamiento temporal de escombros y transporte hacia el sitio de disposición final), la cual puede potencializarse por prácticas inadecuadas de los trabajadores de la construcción (Morales et al., 2010).

5.2.4. Impactos sobre la flora y fauna

Dentro de los impactos ambientales asociados al componente biótico se resaltan la disminución de la cobertura vegetal, la disminución o eliminación del hábitat, el desplazamiento o ahuyentamiento de fauna y la pérdida de nichos ecológicos. El desplazamiento o ahuyentamiento de las especies puede ser considerado como un impacto secundario, derivado de la alteración del hábitat y del aumento del ruido (Morales et al., 2010; Secretaría Distrital de Ambiente, 2015; UICN, 2011).

El impedimento del intercambio gaseoso y la disminución de la absorción mineral en las plantas, es debida a la deposición del material particulado sobre las hojas y la compactación del suelo. Estos impactos pueden desencadenar una disminución de la fotosíntesis y la producción primaria, alterando de manera considerable a los ecosistemas cercanos a los lugares de disposición final (Morales et al., 2010; Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

5.2.5. Impactos sobre las comunidades humanas

Sobre el bienestar social se resaltan como impactos derivados de los RCD, la disminución de las condiciones de habitabilidad urbana (Bedoya, 2003), la disminución de la calidad de vida (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015) y el incremento de tráfico vehicular por desvíos asociados a los proyectos (Kozlovská & Spišáková, 2013), este último para la fase de generación y recolección.

En cuanto a impactos ambientales asociados a la salud se resalta el incremento de riesgo de enfermedades respiratorias (Morales et al., 2010) debido a las partículas inferiores a 2.5 micras, las cuales no pueden ser filtradas de manera natural, y por ende pueden ser alojadas en los pulmones.

Otro impacto importante es el incremento del riesgo de cáncer, debido a que las partículas que se desprenden de este tipo de residuos puede contener materiales peligrosos, como el asbesto o amianto, que al ser inhaladas continuamente pueden producir la enfermedad (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

5.2.1. Impactos sobre la infraestructura de servicios públicos

Dentro de los impactos ambientales asociados a la infraestructura y prestación de servicios públicos se destaca el agotamiento de la capacidad de los rellenos sanitarios, cuando no se hace una disposición adecuada de los RCD, siendo mezclados con los residuos ordinarios (Bedoya, 2003; Secretaría Distrital de Ambiente, 2014). Este agotamiento de la vida útil de los rellenos conlleva a la búsqueda de nuevos sitios de disposición, generando problemas socioeconómicos como el cambio del uso del suelo y una mayor presión sobre los recursos naturales (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2015). Lo cual conlleva finalmente a incrementos en los costos de la gestión de los residuos y pérdida de bienestar para la comunidad.

La pérdida de materiales recuperables es otro impacto ambiental importante, ya que implica el consumo innecesario de recursos y materias primas (Gobierno de España - Ministerio de la Presidencia, 2001; Secretaría Distrital de Ambiente, 2014). Al respecto es importante mencionar que los RCD tienen un alto potencial de ser reciclados, debido a la composición de sus materiales, por lo que en aquellos lugares donde no se realiza su separación se desaprovechan materias primas, que con un adecuado tratamiento podrían ser recicladas o reutilizadas (Secretaría Distrital de Ambiente, 2014).

El incremento de la colmatación es otro impacto ambiental relevante en la gestión de los RCD. Éste se presenta cuando por efectos de la escorrentía se deposita sedimentos provenientes de los residuos, en los cuerpos de agua superficial y en las redes de alcantarillado (Gobierno de España - Ministerio de la Presidencia, 2001; Secretaría Distrital de Ambiente, 2015). El mantenimiento y/o tratamiento del alcantarillado puede generar incremento en los costos de este servicio debido a las labores que se hacen necesarias para evitar su deterioro (Secretaría Distrital de Ambiente, 2015).

5.2.1. Otros impactos sociales

Dentro de los impactos sociales derivados de la gestión de los RCD se resaltan la disminución del costo de la propiedad, en los lugares cercanos a los sitios de disposición final (Martínez Guiro, 2008), la disminución de actividades económicas sensibles al estado del ambiente, como por ejemplo el turismo (Ali & Bella, 2016; Téllez Maldonado, 2012), el cambio en el uso del suelo (UICN, 2011), y mayores costos en atención de salud; cuando no se hace una correcta disposición de este tipo de residuos (Martínez Guiro, 2008).

Como impactos positivos de la gestión de residuos en general, incluyendo los RCD, se tienen la generación de conciencia ambiental y la generación de expectativas en la población (Costa, Massard, & Agarwal, 2010; Jaramillo Henao & Zapata, 2008; UICN, 2011). Las expectativas se pueden presentar relacionadas con el incremento en las oportunidades de trabajo, la utilización de bienes y servicios y la disminución de riesgos laborales por condiciones peligrosas (UICN, 2011).

5.3. Residuos Posconsumo

En este acápite se describen los impactos ambientales documentados para los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), pilas y baterías, llantas, medicamentos y envases y empaques de bebidas y plaguicidas.

5.3.1. Impactos sobre el agua

Un grupo de residuos que aporta significativamente en la calidad del agua, son las pilas, al incrementar la concentración de mercurio (Hg), zinc (Zn), cadmio (Cd), níquel (Ni) y manganeso (Mn) que son arrastrados por lixiviación, contaminando los niveles freáticos (Collins, Jensen, Mallinson, Roenelle, & Smith, 2002; Rodríguez & Giménez, 2014). Estos impactos se pueden generalizar como incremento de metales pesados en el agua (Morales et al., 2010; Rodríguez & Giménez, 2014).

Respecto a las baterías, éstas pueden generar impactos significativos por el derrame de ácido, al vaciar los acumuladores (Eco-ing et al., 2010). También se resalta el incremento de la concentración de cloro (Cl) (en forma de cloruros) y mercurio (Hg), por la fundición inadecuada de los desechos de los acumuladores, y la asociación de emisiones de los procesos pirometalúrgicos (Boyden, 2014; Eco-ing et al., 2010).

Las llantas por su parte generan olores ofensivos o desagradables cuando se queman (Singh et al., 2015b). Presentan lixiviación de metales pesados cuando están en contacto con suelos ácidos, comúnmente en los centros de acopio (Eco-ing et al., 2010; Rodríguez & Giménez, 2014). En ecosistemas marinos, estudios de laboratorios evidencian el incremento en la concentración de zinc y de compuestos aromáticos policíclicos, por el aporte de las llantas al agua (Collins et al., 2002).

En cuanto a los residuos de medicamentos, es importante señalar que estos son mezclados con residuos domésticos, por lo que llegan a los rellenos sanitarios o vertederos, sustancias que en ausencia o deficiencia de tratamiento, pueden contaminar las aguas subterráneas. Además muchos residuales de medicamentos (farmacéuticos, metabolitos y sus conjugados) son excretados por el cuerpo humano, siendo transportados por los sistemas de drenaje hasta las plantas de tratamiento, donde puede que no se degraden y queden retenidos en los lodos (Jones, Voulvoulis, & Lester, 2001; Quijano, Orozco, & Holgín, 2016).

Según la naturaleza de las sustancias contenidas en los envases plásticos, se puede incrementar las concentraciones de nutrientes, metales pesados (Molgaard, 1995), compuestos organofosforados, clorofenacéticos y nitrogenados (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004). Por último, la recuperación de los RAEEs puede disminuir el potencial de calentamiento global, acidificación, eutrofización y ecotoxicidad acuática. Debido al reemplazo de materiales vírgenes por reciclados (Alcántara-Concepción et al., 2016).

5.3.1. Impactos sobre el suelo y el paisaje

Para el caso de las llantas, la generación de lixiviados que se presenta en la etapa de disposición final, induce a incrementos de la concentración de metales pesados en el suelo. La tasa de lixiviación puede depender de varios factores, entre ellos el tamaño de partícula del residuo de llanta, la cantidad de acero expuesto, el pH y profundidad del suelo, y el tiempo de contacto del neumático con el agua (Eco-ing et al., 2010). En cuanto al paisaje el cambio en su estética característica es el impacto que se reporta más frecuentemente (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006; Eco-ing et al., 2010).

5.3.1. Impactos sobre el aire

Una cantidad apreciable de impactos ambientales sobre el aire, están relacionados con la incineración de llantas, ya sea como método de tratamiento o por incendios accidentales. De éstos son de especial interés el incremento de la concentración de benceno, dioxinas y furanos, bifenilos policlorados (PCB), metales pesados, hidrocarburos aromáticos policíclicos (PHA), cloruro de hidrógeno (HCl), óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), material particulado, compuestos orgánicos volátiles (VOC), monóxido de carbono (CO) y carbón elemental (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006; Collins et al., 2002; Eco-ing et al., 2010; Singh et al., 2015a, 2015b).

Algunos de estos impactos se presentan por el uso de las llantas como combustible alterno. Por ejemplo durante la década pasada las llantas fueron usadas en hornillas paneleras de la región andina colombiana, debido a su bajo costo y alto poder calorífico (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006). Si bien este consumo no puede ser medido en la actualidad, esta práctica representa un riesgo para la salud de la población expuesta.

Por su parte, las pilas liberan compuestos volátiles metálicos a la atmósfera, cuando son mezcladas con los residuos domiciliarios. Este impacto se potencializa en caso de vertederos con un deficiente tratamiento de gases (Rodríguez & Giménez, 2014). También se puede incrementar la concentración de dioxinas en el aire, en los procesos pirometalúrgicos de las baterías de iones de litio (Boyden, 2014) y el incremento de metales pesados (Rodríguez & Giménez, 2014).

En relación con las baterías se resalta el incremento de la concentración de dioxinas, óxidos de azufre (NO_x), polvo de plomo y hollín, debido a la trituración y fundición inadecuada de los desechos de los acumuladores en la etapa de tratamiento (Boyden, 2014; Eco-ing et al., 2010).

5.3.1. Impactos sobre la flora y fauna

Entre los impactos sobre la fauna, derivados de los residuos de medicamentos, se destacan la feminización de peces, la muerte e incremento de efectos adversos en animales (Graciani & Ferreira, 2014; Quijano et al., 2016), el incremento de bacterias y la introducción de genes al ambiente (Bergen & Appel, 2014).

El incremento de trastornos alimenticios en animales acuáticos, es un grupo importante de impactos ambientales asociados a los residuos plásticos, cuando éstos se presentan en los ecosistemas marinos. Debido a que por su ingesta, se pueden presentar bloqueos de las vías alimenticias o causar una sensación de saciedad, que induce una menor ingesta de alimentos y como consecuencia de esto, la muerte de animales (Cole et al., 2011; Derraik, 2002).

5.3.1. Impactos sobre las comunidades humanas

Sobre los impactos a la salud, derivados de la combustión de llantas, se destacan el incremento de riesgo de efectos mutagénicos y transferencia de contaminantes vía alimenticia. La proliferación de patógenos y/o organismos vectores de enfermedades y el subsecuente incremento del riesgo de enfermedades transmisibles por mosquitos, como por ejemplo la malaria, la fiebre amarilla y el dengue (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006; CARDER, 2011; Eco-ing et al., 2010). Respecto a

afectaciones al bienestar social se destaca, el incremento de riesgo de incendios y explosiones y el fomento a la disposición inadecuada de residuos. Ambos impactos asociados al almacenamiento y disposición final de la llantas (Cámara de Comercio de Bogotá, 2006; Collins et al., 2002; Eco-ing et al., 2010).

En cuanto a la disposición de pilas, son importantes el incremento del riesgo de defectos de nacimiento y el incremento de enfermedades del sistema nervioso (CARDER, 2011). Debido a la liberación de metales como mercurio (Hg), plomo (Pb), cadmio (Cd), níquel (Ni) y litio (Li). Estos efectos se potencializan cuando las pilas son dispuestas junto con residuos ordinarios, debido a que estos elementos son arrastrados por lixiviación, contaminando los niveles freáticos (Rodríguez & Giménez, 2014).

Para el caso de baterías, se resalta el incremento del riesgo de intoxicación por plomo (Pb). Al respecto es importante señalar como antecedente un estudio con 32 niños menores de 12 años del municipio de Soacha, que se realizó después de conocerse un caso de intoxicación severa de plomo. Todos los padres de los menores trabajaban en el reciclado informal de plomo (Pb), proveniente de baterías para automóviles. El estudio evidenció altos niveles de este metal en los niños y dos tercios de ellos presentaron intoxicaciones severas (Hurtado et al., 2008 en (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2012).

El incremento de la resistencia a bacterias es uno de los impactos documentados para el caso del descarte de medicamentos (Bergen & Appel, 2014).

5.3.1. Impactos sobre la infraestructura de servicios públicos

Las llantas pueden generar daño a la infraestructura de los sitios de disposición final, cuando se disponen en rellenos sanitarios o vertederos, ya que ocupan mucho espacio y debido a su forma hueca, pueden atrapar aire y otros gases, que con el tiempo los empujan hacia la superficie, rompiendo la cubierta de las celdas de disposición. Por otro lado también se pueden generar residuos aceitosos, durante el proceso de fundición de los neumáticos, que pueden ser potencialmente contaminantes para el suelo y las aguas superficiales y subterráneas (Eco-ing et al., 2010).

El incremento de la demanda de energía es un impacto ambiental relacionado con el aprovechamiento de las pilas y baterías de iones de litio, ya que estos procesos operan a temperaturas entre 800 °C y 1000° C, y consumen grandes cantidades de energía eléctrica (Boyden, 2014). En general, la falta de una gestión adecuada de los residuos pos-consumo genera un incremento en el costo de su gestión, debido a que reducen la vida útil de los rellenos (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2015), lo cual contribuye a potencializar los impactos presentados para los residuos ordinarios en la sesión 2.1.

5.3.1. Otros impactos sociales

Al igual que para el caso de los residuos peligrosos, en los residuos pos-consumo se presenta un incremento de los costos en salud, la disminución del costo de la propiedad y la afectación de actividades económicas como el comercio o el turismo, cuando no se lleva cabo una gestión adecuada

(Ali & Bella, 2016; Jaramillo Henao & Zapata, 2008; Martínez Guiro, 2008; Téllez Maldonado, 2012). Por último, una correcta gestión puede tener como impacto positivo la generación de conciencia ambiental en la población (Jaramillo Henao & Zapata, 2008).

5.4. Residuos Peligrosos

En este acápite se presentan los impactos ambientales relacionados con los residuos peligrosos, documentados para residuos hospitalarios y de grasas y aceites.

5.4.1. Impactos sobre el agua

Dentro de los impactos ambientales generados por la gestión de estos residuos, se resalta el incremento de infiltraciones de sustancias peligrosas, que pueden afectar la calidad de las aguas subterráneas. Especialmente cuando las celdas de seguridad no tienen la capacidad de captar y tratar el total de los lixiviados generados (Lozada, 2011).

Otros impactos documentados son el incremento de la concentración de metales pesados, como el de mercurio (Hg). Al respecto una investigación en el relleno sanitario de la ciudad de Cartagena, encontró presencia de metales pesados como cadmio (Cd), manganeso (Mn) y níquel (Ni) en los lixiviados, además de niveles inferiores de plomo (Pb), cobre (Cu) y mercurio (Hg), asociados a la disposición inadecuada de residuos peligrosos. Otra investigación realizada en la ciudad de Bogotá determinó que la fuente principal de residuos de mercurio, está relacionada con el descarte de termómetros averiados (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2012).

La gestión de residuos derivados de grasas y aceites, así como de envases plásticos contaminados con estos residuos genera incrementos de la concentración de compuestos orgánicos sintéticos (Eco-ing et al., 2010; Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004), incremento de olores ofensivos o desagradables (Torres Cervera, 2014), e incrementos en la concentración de contaminantes radiactivos (Giusti, 2009) cuando hay presencia de residuos peligrosos descartados como ordinarios.

5.4.1. Impactos sobre el suelo y el paisaje

Dentro de los impactos asociados al suelo se encuentran: el incremento de la concentración de compuestos orgánicos sintéticos (Eco-ing et al., 2010), metales pesados (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2012), la pérdida de suelo o erosión (Torres Cervera, 2014) y la pérdida del humus vegetal (Eco-ing et al., 2010). Los lixiviados derivados de este tipo de residuos pueden generar la disminución del potencial de producción e incrementar el proceso de desertificación (Gaviria & Monsalve, 2012). En cuanto al paisaje, el cambio en la estética característica sobresale como un impacto asociado a los lugares de disposición final (Torres Cervera, 2014).

5.4.1. Impactos sobre el aire

Los impactos ambientales relacionados con estos residuos, han sido documentados para los casos en que se emplea la incineración como un método de tratamiento. Al respecto se resalta el incremento de la concentración de dioxinas, furanos e hidrocarburos aromáticos polihalogenados (PHAH), especialmente cuando se queman residuos que contienen PVC, como cables, cubiertas, conectores, etc.

(Eco-ing et al., 2010; Lozada, 2011; Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2012; Robinson, 2009).

Por su parte la quema de aceites usados genera incremento de la concentración de metales pesados como arsénico, cadmio, cromo, plomo y antimonio, entre otros (Eco-ing et al., 2010).

Un impacto positivo derivado del reciclaje de RAEEES es la reducción del potencial de cambio climático. Para el caso de computadores, investigaciones recientes han concluido que la sustitución de materias primas vírgenes por materiales recuperados puede reducir en un 90% los gases de efecto invernadero asociados a su fabricación (Alcántara-Concepción, Gavilán-García, & Gavilán-García, 2016).

5.4.1. Impactos sobre la flora y fauna

Dentro de los impactos a la fauna se destaca la disminución o eliminación del hábitat, la muerte de individuos (Eco-ing et al., 2010; Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007), la bioacumulación de sustancias tóxicas, la pérdida de micro fauna (Gaviria & Monsalve, 2012), la afectación de los órganos respiratorios (Saiz de Omeñaca & Saiz de Omeñaca, 1996), la reducción del tiempo de vida, el incremento de la susceptibilidad a enfermedades y el incremento del riesgo de efectos mutagénicos y teratogénicos. Estos impactos se pueden presentar por contacto o ingestión de los residuos peligrosos por los diferentes organismos (Ruiz, Fernández, & Rodríguez, 2001).

En cuanto a la flora, se resaltan como impactos la disminución de la cobertura vegetal, por el inadecuado almacenamiento y disposición de residuos (Torres Cervera, 2014); el impedimento del intercambio gaseoso y la disminución de la fotosíntesis. Debido a la acumulación de partículas sobre las hojas o a su ingreso a través del sistema radical (Saiz de Omeñaca & Saiz de Omeñaca, 1996).

5.4.1. Impactos sobre las comunidades humanas

Respecto a los impactos ambientales relacionados con la salud, en la gestión de los residuos peligrosos, sobresale el incremento de enfermedades del sistema nervioso, debido a que las sustancias tóxicas que generan los diferentes tipos de RESPEL se acumulan principalmente en la médula espinal, ocasionando enfermedades como el Alzheimer y Parkinson. Para el caso de las pilas dichas sustancias están asociadas a su contenido de metales pesados como el mercurio (Hg), plomo (Pb), cadmio (Cd) y litio (Li) (Cardozo, Polania, & Gonzales, 2014; CARDER, 2011).

Se reportan también otro tipo de alteraciones debido al manejo de RESPEL como son el incremento de enfermedades en el sistema reproductivo (Cardozo et al., 2014), el incremento de enfermedades renales (Cardozo et al., 2014; Eco-ing et al., 2010), el incremento de riesgos de defectos de nacimiento (CARDER, 2011), el incremento del riesgo de infecciones (Blanco Abril & Briceño López, 2005) y del riesgo de lesiones infecciosas por objetos corto punzantes (Ali & Bella, 2016; Blanco Abril & Briceño López, 2005; Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2012).

Para el caso de las dioxinas (PCDD) y furanos (PCDF) que se emiten por la incineración de algunos residuos peligrosos industriales y de residuos hospitalarios, se pueden observar repercusiones a la salud en el largo plazo sobre el sistema endocrino, que afectan el desarrollo neurológico, reproductivo,

conductual y el sistema inmunológico (Aristizabal et al, 2008 en Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2012).

Adicionalmente se han documentado impactos relacionados con el incremento de riesgo de afectaciones a la salud humana por contaminación del agua (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005) y el incremento de riesgo de incendios y explosiones (Cardozo et al., 2014).

5.4.1. Impactos sobre la infraestructura de servicios públicos

Uno de los impactos más importantes sobre este componente es la disminución de las tasas de biodegradación de las sustancias orgánicas, cuando los residuos peligrosos se mezclan con residuos ordinarios. Dicho efecto negativo está estrechamente relacionado con el descarte de grasas, aceites e hidrocarburos que llegan a rellenos sanitarios o vertederos, debido a que el aceite usado posee un bajo índice de biodegradabilidad y tiende a adsorberse en la materia orgánica (Eco-ing et al., 2010).

Este hecho contribuye al agotamiento de la vida útil de los rellenos y al incremento en los costos de la gestión de residuos (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2015) con lo cual se potencializan los impactos ambientales de los residuos ordinarios presentados en la sesión 2.1.

5.4.1. Otros impactos sociales

Otros impactos sociales emanados de los residuos peligrosos están relacionados con la economía. Al respecto se destacan la afectación o cambio de actividades económicas (Torres Cervera, 2014), por ejemplo la pesca donde los residuos de grasas, aceites o hidrocarburos alteran la calidad del agua y por tanto a las poblaciones de peces, lo que conlleva a la disminución de los ingresos de los pescadores.

De manera general, se puede afirmar que las poblaciones con una gestión de residuos poco efectiva, son menos atractivas para actividades económicas sensibles al estado del ambiente (Ali & Bella, 2016). Por ejemplo las relacionadas con el turismo (transporte, hospedaje, restaurantes, servicios culturales y de recreación, etc.) por lo que comúnmente se disminuyen las oportunidades de negocio en las zonas afectadas.

A estos se suman, la disminución del costo de la propiedad (Martínez Guiro, 2008), no solo en las áreas de disposición, sino de forma extendida en las poblaciones con una gestión inadecuada de los residuos, y el incremento en los costos de atención en salud (Marmolejo, Torres, Oviedo, García, & Díaz, 2011), lo cual implica una pérdida de bienestar para la comunidad. Por ultimo un impacto social positivo asociado a la correcta gestión de este tipo de residuos es la generación de conciencia ambiental en la población (Jaramillo Henao & Zapata, 2008).

6. EVALUACIÓN DE LAS AFECTACIONES A LA SALUD EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS

Para la evaluación de las posibles afectaciones, a la salud asociadas a la gestión de residuos, se adoptaron los elementos conceptuales y metodológicos desarrollados por Breilh (2007) en el modelo praxiológico¹⁸, como una alternativa para superar el paradigma de la *causalidad*. En otras palabras, se trata de una visión de la realidad que no se reduce a las relaciones causa-efecto, esto es, únicamente a lo observable y medible. Se propone que en vez de buscar asociaciones (p.ej, estadísticas) entre variables para interpretar los fenómenos de la salud-enfermedad se estudien los procesos generadores de vida y los procesos destructivos que tienen lugar en el marco histórico y socio-político de las relaciones entre humanos y naturaleza

6.1. Dominio global

Bauman, (2005) en su *vida líquida*, nos ofrece una reflexión que revela como el consumismo, esencial para mantener la lógica del sistema capitalista de la acumulación, nos lleva no solo a satisfacer lo que consideramos nuestras necesidades sino también a crear necesidades artificiales cuya satisfacción requiere adquirir productos de vida efímera que después de habernos proporcionado una felicidad, también efímera, se hacen a un lado para obtener la siguiente mercancía. Este fenómeno de la obsolescencia, para Bauman, es una consecuencia trágica del consumismo que convierte todo a velocidades crecientes en desechos, incluyendo nuestra propia vida.

6.1.1. Dimensiones

La *lógica determinante* en las patrones de producción y de consumo, y por tanto de generación creciente de los múltiples y variados desechos, en el país, se inscribe en los modelos tecnológicos y en las conductas sociales cada vez más homogéneas y globalizadas, expresión de la instauración del *mercado* como la institución que regula las relaciones Estado(s)-Sociedad, y la consolidación del modo de acumulación flexible y financiado del modelo económico de corte neoliberal, que sustituyó al régimen basado en la industrialización y el pleno empleo. Estrada (2010), en el análisis de las consecuencias de las transformaciones del sistema capitalista en el siglo XX, señala la intensificación de las formas depredadoras de la reproducción capitalista que, según Harvey (2007), se reconocen como *relaciones destructivas* entre la sociedad y la naturaleza y, también, por supuesto de las relaciones sociales y, destaca, que estos fenómenos adquieren mayor relevancia en las actividades económicas del sector de hidrocarburos, minería, agro-combustibles y en el desarrollo de proyectos infraestructurales y, no es por coincidencia, que estos renglones de la economía figuran entre los mayores aportantes de residuos peligrosos.

¹⁸ El paradigma praxiológico inserta la *praxis* en la relación sujeto-objeto-y produce conocimiento para la acción, es decir, para la transformación. (Breilh,2007)

6.1.2. Determinantes estructurales

En esta dimensión global, se distinguen los *determinantes estructurales* de procesos destructivos y de procesos protectores que tiene que ver con las dinámicas de la producción de bienes y servicios en la sociedad, las tecnologías empleadas y las regulaciones e intervenciones estatales en función de los objetivos de las políticas que conforman los diferentes planes de los gobiernos.

La importancia de incluir, así sea de una forma en extremo sintética, un panorama general de los procesos destructivos y protectores, como determinantes estructurales de la problemática de salud relacionada con la gestión de residuos, consiste en que, como lo expresa Leff (2006) “*las relaciones de poder rigen las formas de apropiación del mundo y de la naturaleza*” y de estas formas de apropiación de la naturaleza se derivan, en el contexto de cada región y de cada país, consecuencias benéficas y malsanas, que dependen de las características de sus sistemas naturales y sociales y de sus complejas interacciones, es decir, del acoplamiento de los humanos a los sistemas naturales que conforman lo que Cumming (2008) denomina *sistemas socio-ecológicos*; en tanto resilientes, adaptativos e impredecibles. Entonces resulta pertinente señalar las consecuencias indeseables del modelo económico vigente así como las respuestas estatales para atender estas materias.

- **Procesos destructivos:**

El corte evaluativo que realizó Sarmiento (2006) sobre las consecuencias de la formalización del modelo económico neoliberal, en Colombia, le permite concluir que en el período de 1990 a 2014:

- El PIB creció a la tasa más baja del siglo
- El desempleo creció a la tasa más alta
- La pobreza pasó de 52 a 65%
- El coeficiente de GINI para distribución del ingreso se incrementó de 0,45 a 0,60 es decir, que progresó la inequidad

A lo anterior se puede agregar que las *tasas de homicidios* fueron, en el período, casi dos veces superiores a las de la región Latinoamericana (Franco, 2003); que los *ecosistemas frágiles* (ej., de alta montaña) sufrieron transformaciones y alteraciones drásticas debidas a intervenciones de carácter agrícola y minero-industrial (Márquez, 2001) y que la contaminación del aire en las ciudades fue responsable de 6.000 muertes anuales, según Larsen (2004). Por otra parte, la pérdida de la biodiversidad se puede inferir de la evaluación efectuada por el IDEAM (2011) sobre los procesos de deforestación. Entre 1990 y 2010 la deforestación en el país fue de 5.54 millones de Ha y la región de la Amazonía, un escenario prioritario para la exploración y extracción de hidrocarburos, fue la más afectada dado que cerca del 39% de la extensión deforestada (2.15 millones de Ha) ocurrió allí.

Recientemente Pérez (2014) publicó los resultados de una primera fase del inventario y caracterización de los conflictos ambientales en el país y concluyó que los sectores extractivos de la economía explican buena parte de la conflictividad socio-ambiental que surge como consecuencia de la adopción de las políticas de liberalización de mercados, desde los años 90 del siglo pasado.

También anota Pérez, que los grupos sociales más afectados son las comunidades pobres y, particularmente, los campesinos, los indígenas y las negritudes; todo lo anterior configura un fenómeno evidente de injusticia ambiental.

- **Procesos protectores:**

En otra sección de los productos del presente trabajo, se revisó en detalle el ordenamiento jurídico y el despliegue normativo, así como los instrumentos diseñados para la gestión de los residuos en el país. Este *corpus* técnico y científico constituye, desde luego, un gran avance en el sentido de establecer reglas claras para los actores que participan en los sistemas de gestión de residuos sólidos. Las políticas nacionales de gestión de residuos y de desechos y residuos peligrosos así como la instauración de los Planes de Gestión Integral de Residuos (PGIR) hacen parte de los procesos protectores en relación con la prevención y el control de mecanismos desencadenantes de efectos ambientales y sanitarios; así como la Política nacional de producción más limpia y la de producción y consumo sostenible. Otro tanto ocurre con los instrumentos de comando y control, concretamente las normas que fijan límites a las emisiones y vertimientos que se liberan al ambiente en las distintas etapas de la gestión de residuos.

En el contexto internacional, la suscripción de Convenios Internacionales configura estrategias de protección ante los riesgos inherentes a los sistemas de gestión de residuos, entre ellos: El Convenio de Basilea (1989) ratificado Ley 253 de 1996 orientado al control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación; el Convenio de Róterdam aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos; El Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) 2001, los Convenios con la Organización Mundial del Trabajo (OIT) en cuanto a seguridad en el medio laboral y la Estrategia Internacional para la Gestión de Sustancias Químicas (SAICM, sigla del inglés).

6.2. Dominio particular

6.2.1. Dimensiones

Con cifras, el Banco Mundial (2012) informa que la producción mundial promedio, per cápita, de residuos varía entre 0,45 Kg/día en la región del Sudoeste Asiático y 2.2 Kg/día en los países de la OCDE; en otras palabras, se generan aproximadamente 3.5 millones de ton/día, con la preocupante proyección de que en un corto plazo, al año 2025, se alcanzarán los 6 millones de toneladas diarias de residuos, de los cuales algo más de 1.1 millones de toneladas son clasificadas como peligrosos¹⁹. En Colombia, aunque no se disponen de cifras consistentes y actualizadas, en cuanto a la generación de residuos, el tonelaje que se presenta a continuación (*Tabla 45*), obtenido de múltiples fuentes y para períodos distintos, da una idea de la magnitud de la problemática objeto de estudio:

¹⁹ Hazardous waste statistics.

http://www.theworldcounts.com/counters/waste_pollution_facts/hazardous_waste_statistics

Tabla 45. *Peso estimado de generación de residuos en Colombia*

Tipo de residuo	Miles de toneladas
Orgánico	5600
Reciclable	2700
Hidrocarburos	110
Hospitalarios	23
RCD	22000
Baterías ácido plomo	12
Llantas	45
Pilas y baterías	11
RAEE	300
Medicamentos (Bogotá)	50

Fuentes: IDEAM (2015). UNAL-MADS (2013)

6.2.1. Determinantes estructurales

- **Procesos destructivos:**

La categoría conceptual del *territorio social* es de suma utilidad para comprender las especificidades de las problemáticas de salud relacionadas con la gestión de residuos; entendido, este territorio social, no como un espacio físico y estático sino como el resultado de las dinámicas sociales a través de las cuales se configuran las relaciones entre los individuos y de estos con la naturaleza, en un proceso histórico inscrito en las configuraciones del poder que, como ya se dijo, define las formas de apropiación de la naturaleza.

Desde una perspectiva ecológica habría que anotar que es través de los sistemas naturales que ocurren los procesos físicos y biogeoquímicos que hacen posible el tránsito y la circulación de sustancias y entidades biológicas, con relativos grados de peligrosidad sanitaria, por las rutas de ingreso al organismo humano (inhalación, vía dérmica o ingesta).

En este orden de ideas, la *Figura 21* muestra la distribución geográfica de procesos nocivos en el territorio nacional, basada en la información oficial publicada por IDEAM (2015), permitiendo visualizar los conflictos potenciales de carácter socio-ambiental, en el caso de la Orinoquia y Amazonia, por la intervención de regiones de reconocida alta biodiversidad, habitadas por minorías étnicas, y, como se explica más adelante, con una gran precariedad en la satisfacción de sus necesidades básicas, todo lo cual conlleva una afectación fenotípica y genotípica que se traduce en mayor vulnerabilidad de las personas frente a este tipo de riesgos.

En otros casos, relacionados con la generación de residuos de alta peligrosidad como los desechos clínicos, los mercuriales o los de la familia de los poli-halogenados, en la región central del país en donde habita la mayor proporción de la población, potencializa los riesgos sanitarios asociados a la gestión de este tipo de residuos. Ejemplos de lo dicho se comentan enseguida:

Residuos de la actividad petrolera

- En las jurisdicciones de Corporinoquia y Cormacarena, más del 90% de los residuos peligrosos (Respel) que se reportan, corresponden a la corriente Y9+A4060: mezclas y emulsiones de agua e hidrocarburos o aceites y agua.
- En los territorios de Corantioquia, Cortolima y CAM (Huila), esta proporción, para la misma corriente, es aproximadamente del 75%
- En la jurisdicción de la CAR (Cundinamarca) la corriente Y9+A4060, es la que más aporta en Respel, aunque en menor proporción que las anteriores, un 22%

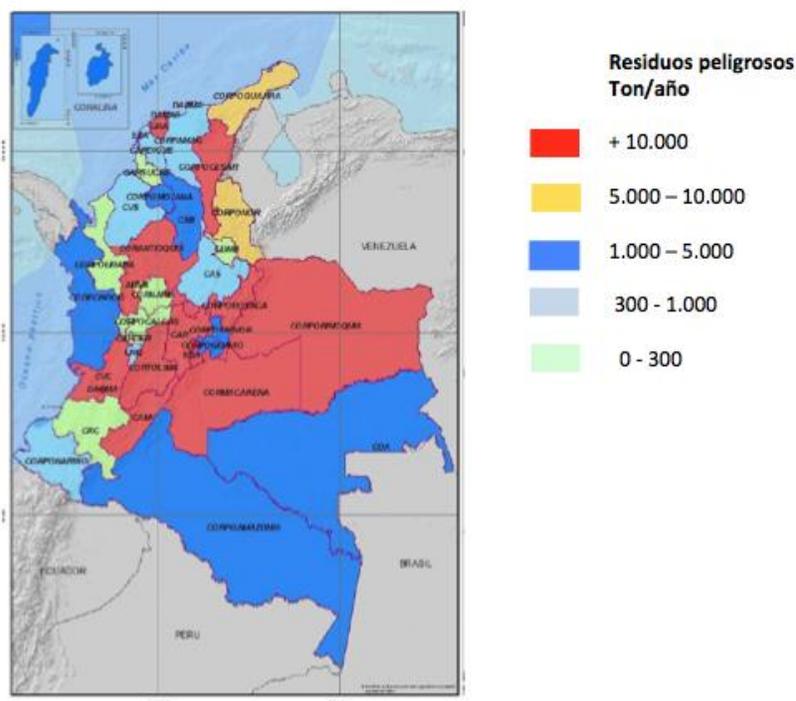


Figura 21. Distribución geográfica de la generación de residuos peligrosos. Colombia 2013. Fuente: Adaptado de IDEAM (2015)

Residuos clínicos y afines

- En la jurisdicción de la Secretaría Distrital de Ambiente (Bogotá) los desechos clínicos y afines (Y1+A4020) contribuyen con el 19% del total de Respel en esta jurisdicción y, consecuentemente, con el mayor aporte en tonelaje (4.251,8 en 2013)

Residuos que contiene mercurio

- La generación del 34,5% de los residuos que contiene mercurio se concentran en la región de Bogotá y Cundinamarca, jurisdicciones de SDA y CAR, respectivamente. En el Valle del

Cauca, incluye Cali, se genera el 16.4% de estos residuos peligrosos; y en el Valle de Aburrá (jurisdicción de AMVA) el 11,7%.

Residuos poli-halogenados

- Contienen PCB (bifenilos policlorados), PCT (terfenilos policlorados) o PBB (bifenilos polibromados)- Más de la mitad (53,8 %) de estos residuos se generan en dos jurisdicciones Antioquia y Boyacá

6.2.2. Procesos generativos

Los procesos generativos hacen referencia a la liberación de sustancias y entidades biológicas que se liberan a los sistemas naturales y transformarse, concentrarse o difundirse en las estructuras ecológicas mediante procesos físicos (transporte, difusión) de reacciones bioquímicas (ej., metilación del mercurio) bio-acumulación o bio-concentración, para citar algunos. A partir de allí se configuran los escenarios de exposición que pueden iniciar las afectaciones en la salud humana. En la *Tabla 46* y *Tabla 47*, se incluye una lista de sustancias orgánicas e inorgánicas que son constituyentes típicos de los residuos ordinarios, peligrosos, especiales y de posconsumo.

Tabla 46. Sustancias orgánicas en la composición típica de residuos

Sustancias Orgánicas	Grupos de residuos			
	Ordinario	Peligroso	Especial	Posconsumo
Aceite esquisto	■	■	■	
Aceite residual	■	■		
Benceno	■	■		■
COV		■		■
Fenol	■	■		
Formaldehído		■		
Glutaraldehído		■		
HAP		■		
Mercaptano		■		
Metano				
Nafteno		■		
Óxido de etileno		■		
PBDE		■		■
PCB	■	■	■	■
PCDD/TCDD		■		■
Polietileno		■		■
PVC	■			
Tolueno	■	■		
Xileno	■	■		

Fuente: Presente estudio.

Tabla 47. Sustancias orgánicas en la composición típica de residuos

Sustancias	Grupos de residuos				
	Inorgánicas	Ordinario	Peligroso	Especial	Posconsumo
A. Clorhídrico			■		■
A. Sulfúrico			■		■
Aluminio				■	■
Arsénico	■				■
Asbesto				■	
Bario	■		■		
Berilio	■		■		
Boro					
Cadmio	■		■		■
Cobalto	■		■		
Cobre	■		■	■	■
Cromo	■		■		■
Estaño					■
Hierro	■			■	■
Litio					■
Mercurio	■		■	■	■
Níquel			■		■
Oro					■
Paladio					
Peróxido Hidrógeno			■		
Plata					■
Plomo	■		■	■	■
Selenio	■				
Vanadio	■		■		
Zinc	■		■	■	■
Vidrio plano	■			■	
Mat fluorescente					
Fibra cerámica				■	
Radionúclido			■		

Fuente: Elaboración propia

Entre las entidades biológicas presentes, principalmente, en desechos clínicos y afines se identificaron: virus (hepatitis B, C, D), virus de inmunodeficiencia, bacterias (salmonella, Shigella, Vibriio Cólera, Streptococcus) y hongos. En residuos de origen odontológico se tienen metales como níquel y cromo.

Una categoría que se estudió en forma separada, dada su especificidad, fue la de los agrotóxicos. Con base en el estudio realizado por SIIC (2013), se elaboró la lista de los plaguicidas de mayor uso en el país *Tabla 48*.

Tabla 48. Lista de plaguicidas que se consumen en Colombia

Fungicida	
Carbendazim	Mancozeb
Cloratolonil	Propiconazol
Difenoconazol	Propineb
Dimetomorf	Tebuconazol
Mancozeb	Azoxystrobin
Trifloxystrobin	
Herbicida	
2,4 D amina	aminopyralid
Diuron	Paraquat
Glifosato	
Insecticida	
Carbofuran	Imidacloprid
Abacmetina	Lambdacihalotrina
Cipermetrina	Methomyl
Fipronil	Monocrotofos
Clorpirifos	Thiametoxan
Profenofos	Carbosulfan

Fuente: presente estudio con base en SIIC (2013)

6.3. Dominio singular

6.3.1. Procesos generativos

La propuesta de Breilh (2007) se concreta, desde el punto de vista operativo, en lo que denomina la *matriz de procesos críticos*, un instrumento estratégico para iniciar procesos de gestión en salud con la intencionalidad de dar el énfasis a los aspectos que adquieren un mayor peso relativo en la determinación de las condiciones de vida y salud colectiva; esta matriz debe propiciar las acciones participativas en las respuestas a las problemáticas, en este caso, de salud asociadas a la gestión de residuos. En la matriz confluyen el territorio social, las dimensiones del perfil epidemiológico y los grupos clave objeto de la gestión priorizada.

La adaptación de este enfoque conceptual y metodológico, dentro de las limitaciones propias del tiempo, los recursos y la disponibilidad de información en el desarrollo de este trabajo, dio como resultado la matriz que contiene indicadores de salud (mortalidad infantil por EDA e IRA, bajo peso al nacer y anemia) y algunos determinantes sociales relacionados con pobreza, desempleo, NBI y las

condiciones de los servicios en la vivienda (agua potable y saneamiento) referida a los territorios sociales en donde se ubican procesos nocivos de generación de residuos peligrosos, como se muestra en la *Tabla 49*²⁰. Estos territorios corresponden a las jurisdicciones de las autoridades ambientales en donde se genera la mayor cantidad de Respel en el país (IDEAM, 2015).

Tabla 49. Matriz de procesos críticos para priorizar la gestión en salud

	Promedio	Territorios sociales con mayor generación de residuos peligrosos													
	Nacional	CRA	CPC	CANT	CBY	AMVA	CAR	CORQ	CMC	CTOL	CAM	CVC	DGM	SDA	AMZ
Indicadores salud															
Mortalidad IRA x100.000 menor 5años	16,5	13,0	20,8	13,7	8,5	10,0	13,8	14,9	31,0	20,8	8,0	10,3	6,8	22,9	39,3
Mortalidad EDA x100.000 menor 5años	5,3	2,8	9,0	3,3	0,8	1,7	1,3	3,0	11,1	6,1	2,7	4,4	1,7	1,3	39,3
Bajo peso nacer x100	9,0	8,6	7,8	9,6	9,5	2,1	10,7	9,5	6,9	7,0	6,1	9,1	4,2	12,9	6,3
Anemia	29,4	29,9	23,6	23,8	25,7	23,8	37,5	26,5	42,6	34,7	20,8	28,2	28,2	21,0	43,9
Determinantes															
Pobreza %	10,4	4,7	16,0	8,1	11,0	17,7	6,3	25,0	29,5	15,3	16,6	7,4	23,1	2,0	74,5
Desempleo %	10,4	8,0	9,2	10,6	7,3	13,3	9,4	7,4	12,7	11,3	9,7	13,4	14,3	9,5	0,9
NBI %	27,8	24,7	44,7	23,0	30,8	12,3	21,3	35,6	25,0	29,9	32,6	15,7	10,9	9,2	44,4
Vivienda -servicios inadecuados %	7,4	9,3	11,0	4,2	6,6	12,3	3,9	5,6	3,8	5,8	8,0	2,3	10,9	0,6	19,5
Sumatoria		10	18	10	9	14	11	13	17	17	11	11	14	12	20

Corporaciones Autónomas Regionales. CRA Atlántico; CPC Cesar; CANT Antioquia; CBY Boyacá; AMVA Valle Aburrá; CAR Cundinamarca; CORQ Orinoquia
CMC Macarena; CTOL Tolima; CAM Huila; CVC Valle del Cauca; DMG Cali; SDA Bogotá D.C; AMZ Amazonia

Fuente: Instituto Nacional de Salud (2011) y MSPS (2013)

Clave de lectura de la matriz:

10,7

El valor del indicador excede es inferior al promedio nacional: 1 punto

13,0

El valor del indicador está entre el promedio nacional y un 25% adicional: 2 puntos

39,3

El valor del indicador excede en más del 25% al promedio nacional: 3 puntos

Los mayores puntajes expresan mayor nivel de criticidad.

El promedio de la sumatoria de la evaluación de todas las jurisdicciones ambientales fue de 13,4; en consecuencia en los territorios sociales en donde se superó un 25% este promedio hay una señal de advertencia (color rojo); luego, los valores que se ubican entre el promedio y el 25% adicional, se representan con un color amarillo y los que se encuentran por debajo del promedio, con un color verde.

Los resultados del ejercicio indican que en las jurisdicciones de Corpoamazonia, Cormacarena, Corpocesar y Tolima se identifican las situaciones que requerirían una mayor prioridad en la gestión

²⁰ DANE (2013) Pobreza en Colombia

DANE Encuesta continua de Hogares. Información Estadística www.dane.gov.co

DANE Necesidades Básicas Insatisfechas NBI. Información Estadística www.dane.gov.co

de salud relacionada con los residuos. En un segundo nivel de prioridad se ubican las jurisdicciones del Valle de Aburrá y el municipio de Cali.

6.3.1. Expresiones de procesos productivos

La identificación de las expresiones potenciales de daños a la salud se realizó con base en la revisión de la literatura indexada, en los campos temáticos de efectos en salud y gestión de residuos y toxicología ambiental, así como de estudios técnicos e informes de consultorías. Otras dos referencias que se utilizaron como guía, en este proceso, fueron la Clasificación Internacional de Enfermedades versión 10 (OMS, 2010) y el decreto 1477 de 2014 del Ministerio de Trabajo por medio del cual se expidió la Tabla de Enfermedades Laborales.

Finalmente, se definieron las siguientes categorías de enfermedades y problemas de salud en la gestión de residuos sólidos:

- Infecciones y enfermedades de origen parasitario
- Neoplasmas
- Enfermedades del oído
- Enfermedad mental y comportamiento
- Enfermedades sanguíneas y del sistema inmune
- Enfermedades de los ojos
- Enfermedades del sistema nervioso
- Enfermedades del sistema respiratorio
- Enfermedades del sistema digestivo
- Enfermedades de la piel y tejido subcutáneo
- Enfermedades del sistema muscoesquelético y tejidos conectivos
- Malformaciones congénitas
- Lesiones, envenenamiento y otras causas externas
- Acceso y calidad de servicios de salud
- Acceso y calidad de servicios de salud

7. EVALUACIÓN DEL PAPEL DE LOS INSTRUMENTOS DE GESTIÓN EN EL CONTROL DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL Y SANITARIA

Si bien se han identificado, descrito y priorizado las problemáticas ambientales y sanitarias asociadas a los grupos de residuos objeto de evaluación, no se puede desconocer el papel e importancia de los instrumentos de gestión diseñados e implementados en la actualidad, con los cuales se busca realizar el control de las problemáticas y el correcto funcionamiento del sistema de gestión de residuos, es decir, verificar si las acciones de gestión y los instrumentos vigentes son suficientes para la internalización de los costos ambientales y a la salud.

Para realizar este análisis se parte de la verificación de la suficiencia normativa y de la suficiencia técnica, teniendo como base la lista de los instrumentos de gestión clasificados, descritos y analizados en el entregable 2.

7.1. Suficiencia normativa de la gestión

Desde la perspectiva normativa evaluar un sistema jurídico – o un subsistema del mismo siempre implica recordar que si se ha de usar la idea de sistema normativo para reconstruir una noción de derecho se hace inmediatamente indispensable aclarar al menos dos cosas. En primer lugar, la idea que se está reconstruyendo es una noción momentánea de derecho que contrasta con otra, dinámica, conforme a la cual el derecho es una secuencia de sistemas, entendidos en el primer sentido (Alchourrón y Bulygin, 1976). En ese sentido, el derecho es un cuerpo normativo dinámico que aspira a dar respuestas a los problemas sociales que le son planteados.

Por la anterior razón para los efectos del análisis de la suficiencia normativa de la gestión y para caracterizar el marco normativo colombiano se partirá de tres variables a) la existencia de normatividad específica para cada una de las etapas de la gestión y la existencia de normas especiales para determinados tipos de residuos b) la suficiencia de la normatividad en al menos dos sentidos: la no existencia de vacíos normativos considerables y la utilización de los distintos instrumentos a disposición de la autoridad ambiental c) un criterio de necesidad que se entenderá en al menos dos perspectivas una relacionada con la eficacia real de la normatividad existente y la segunda relacionada con el cumplimiento de los objetivos que se ha trazado el país desde la perspectiva de la política pública.

Desde la primera perspectiva, es decir la existencia, es importante destacar que la legislación colombiana es importante destacar que Colombia cuenta con más de sesenta normas que regulan de manera directa o indirecta alguna de las etapas de la gestión de residuos en sus distintas clasificaciones (Ochoa Miranda, 2016). En ese sentido, en Colombia a través de las normas, regula cuatro grandes grupos de residuos; residuos no peligrosos sólidos, residuos generados en la atención en salud y otras actividades, residuos peligrosos y residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, cuyas clasificaciones se encuentran en las diferentes normas especializadas sobre la materia (Ochoa Miranda, 2016).

En el caso de las corrientes de residuos identificadas en el presente estudio se encuentran precisamente estos cuatro grupos de residuos como puede observarse en la *Tabla 50*:

Tabla 50. Clasificación normativa de los subgrupos de residuo analizados

Grupo	Subgrupo	Clasificación normativa
Especiales	RCD	Residuos no peligrosos sólidos
Posconsumo	Llantas	Residuos no peligrosos sólidos
Ordinarios	Orgánicos	Residuos no peligrosos sólidos
Posconsumo	Envases y empaques	Residuos no peligrosos sólidos
Posconsumo	RAEE	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos
Posconsumo	Medicamentos	Residuos peligrosos
Posconsumo	Pilas y Baterías	Residuos peligrosos
Peligrosos	Hospitalarios	Residuos generados en la atención en salud y otras actividades
Ordinarios	Reciclables	Residuos no peligrosos sólidos
Peligrosos	Hidrocarburos	Residuos peligrosos
Posconsumo	Envases de plaguicidas	Residuos peligrosos
Posconsumo	Baterías acido plomo	Residuos peligrosos

Fuente: Presente estudio.

Lo anterior significa que todas las categorías de residuos estudiados cuentan con un marco normativo aplicable de manera general y que regula las distintas fases de la gestión de residuos. En ese sentido por ejemplo los residuos sólidos no peligrosos encuentran su régimen jurídico general en la ley 142 de 1994 y el decreto 1077 de 2015 (que regulan desde la perspectiva del servicio público de aseo estableciendo obligaciones desde los usuarios, por ejemplo la presentación de residuos debidamente seleccionados, hasta las etapas de recolección, transporte, transformación, aprovechamiento y disposiciones final en rellenos sanitarios). Por su parte los residuos peligrosos tienen su marco normativo general en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 y la Ley 1252 del 27 de noviembre de 2008. Por su parte, para los residuos generados en la atención en salud y otras actividades el Decreto 351 del 19 de febrero de 2014 actualizó y determinó la clasificación de residuos de atención en salud y otras actividades separándolos en cuatro grupos; residuos no peligrosos, residuos o desechos peligrosos con riesgo biológico o infeccioso, residuos o desechos radiactivos y otros residuos o desechos peligrosos, asignado responsabilidades en su gestiones a los distintos actores involucrados, de acuerdo al tipo de residuo generado (así los no peligrosos podrían ser atendidos por el prestador del servicio público de aseo mientras los peligrosos debían recibir un manejo especial). Finalmente, un cuarto gran grupo de residuos, que por contener materiales no peligrosos y materiales con características peligrosas en su composición se les asigna un manejo diferenciado, estos son los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) que encuentran su régimen jurídico en la Ley 1672 de 2013.

Ahora bien, atendiendo a las particularidades de ciertos residuos además del marco normativo general se establecieron algunas disposiciones especiales para ciertos residuos, en algunas de sus etapas, así de las corrientes de residuos seleccionadas en este estudio tenemos la siguiente complementación:

- En el caso de RCD se cuenta con una norma especial para regular el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación (Resolución 541 de 1994, en lo demás se aplican las normas generales de los residuos no peligrosos – especiales)
- En el caso de las llantas se establece (a cargo de los productores de llantas que se comercializan en el país²¹) la obligación de formular, presentar e implementar los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas, con el propósito de prevenir y controlar la degradación del ambiente.
- En el caso de los medicamentos, las pilas y baterías, los envases de plaguicidas y las baterías de ácido de plomo se contempla la obligación de tener Planes de gestión de devolución de productos posconsumo (PGDPP) y los Sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental (SIRSGA), lo que implica medidas específicas en las fases de recolección, transporte, transformación y disposición final (si bien en concordancia con las normas que regulan residuos peligrosos).
- En el caso de los residuos de hidrocarburos es importante destacar que por el tipo de control interviene la autoridad ambiental a través del licenciamiento ambiental y que el Estado debe establecer mecanismos para impulsar el uso de tecnologías de utilización de hidrocarburos de desecho para la generación de energía conforme a lo establecido en la Ley 1252 del 27 de noviembre de 2008.

Entonces, en el caso concreto tenemos que con respecto a las corrientes indicadas el ordenamiento contempla normas que regulan las distintas fases de la gestión bajo el régimen general de residuos ordinarios para los orgánicos, los reciclables y los envases y empaques, es importante destacar que frente a los últimos la OCDE (2014) ha sugerido crear normas específicas referidas a las obligaciones del productor con un enfoque de responsabilidades extendidas.

Tenemos corrientes con aplicación de las normas generales de residuos sólidos no peligrosos que cuentan con regulación específica para alguna o algunas de sus fases (especialmente, selección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final), en este grupo tenemos los RCD y las llantas (en este último se ha criticado el limitado alcances de los sujetos obligados por el régimen particular).

²¹ se aplicará a los productores de 200 o más unidades al año de llantas de automóviles, camiones, camionetas, buses, busetas y tracto camiones hasta rin 22,5 pulgadas, así como las llantas no conformes. Igualmente, se aplicará a los productores que importen al año, 50 o más automóviles, camiones, camionetas, buses, busetas y tracto camiones con sus respectivas llantas hasta rin 22,5 pulgadas.

En el caso de los residuos peligrosos tenemos aquellos a los que se les aplica las normas generales más obligaciones específicas en términos de instrumentos de gestión, en este grupo se encuentran los medicamentos, las pilas y baterías, los envases de plaguicidas y las baterías de ácido de plomo y los hidrocarburos.

Finalmente, se encuentran los grupos que tienen un marco normativo particular que regulan integralmente las distintas fases de la gestión este es el caso de los residuos hospitalarios y de los RAEE (aunque en estos últimos se indica la falta de reglamentación específica y la falta de la expedición de la política pública ordenada por la Ley).

Ahora bien, un segundo elemento que debe destacarse es que la normatividad se ha concentrado en el establecimiento de obligaciones bajo la perspectiva de comando y control, y confiando la adecuada gestión ambiental a la elaboración y cumplimiento de instrumentos de planificación ambiental, como por ejemplo PGIRS (a los cuales se les confía en buena medida el establecimiento de medidas de prevención y reducción en la generación de residuos). Por lo que puede indicarse que en términos de existencia de la normativa la poca aplicación de instrumentos y en especial de los instrumentos económicos. En ese orden de ideas frente este aspecto puede concluirse los siguientes elementos frente a la existencia normativa.

- a) Poca utilización de los instrumentos económicos en todas las corrientes estudiadas, evidenciándose una preferencia por los instrumentos de comando y control, los de planificación y los de gestión del conocimiento.
- b) Alcance limitado de las responsabilidades de los productores y comercializadores de llantas (solo algunos sujetos).
- c) No establecimiento de un régimen de responsabilidad extendida a los productores y materiales reciclables (especialmente envases y empaques).
- d) La falta de reglamentación de la Ley 1672 de 2013.

Un resumen de la anterior situación puede encontrarse en la *Tabla 51*.

Tabla 51. Análisis normativo del estado de la aplicación de instrumentos de gestión para la atención de las problemáticas

IG	Grupo	Ordinarios		Peligrosos		Especiales	Posconsumo						
	Subgrupo	Orgánicos	Reciclables	Hospitalarios	Hidrocarburos	RCD	Llantas	Envases y empaques	RAEES	Medicamentos	Pilas y Baterías	Envases de plaguicidas	Baterías acido plomo
Existencia regulaciones específicas para cada etapa de la gestión	Prevención	Si (régimen General PSP)	Si (régimen General PSP)	Si (Artículo 2.8.10.3 Principios. Decreto 780 de 2016)	Régimen General Respel - Licenciamiento ambiental	No	No	Si (régimen General PSP)	Por reglamentar ley 1672 de 2013 - aplicable régimen general PSP	No - Régimen General Respel	No (régimen General PSP)	No - Régimen General Respel	No - Régimen General Respel
	Generación	Si (régimen General PSP)	Si (régimen General PSP)	Si	Régimen General Respel - Licenciamiento ambiental	No	No	Si (régimen General PSP)	Por reglamentar ley 1672 de 2013 - aplicable régimen general PSP	No - Régimen General Respel	No (régimen General PSP)	No - Régimen General Respel	No - Régimen General Respel
	Almacenamiento	Si (régimen General PSP)	Si (régimen General PSP)	Si	Régimen General Respel - Licenciamiento ambiental	Si	Si (no cubre todas las llantas)	Si (régimen General PSP)	Si	Si	Si	Si	Si
	Recolección	Si (régimen General PSP)	Si (régimen General PSP)	Si	Régimen General Respel - Licenciamiento ambiental	Si	Si (no cubre todas las llantas)	Si (régimen General PSP)	Si	Si	Si	Si	Si
	Transporte	Si (régimen General PSP)	Si (régimen General PSP)	Si	Régimen General Respel - Licenciamiento ambiental	SI	Si (no cubre todas las llantas)	Si (régimen General PSP)	Por reglamentar ley 1672 de 2013 - aplicable régimen general PSP	No - Régimen General Respel	No	si	Si

IG	Grupo	Ordinarios		Peligrosos		Especiales	Posconsumo						
	Subgrupo	Orgánicos	Reciclables	Hospitalarios	Hidrocarburos	RCD	Llantas	Envases y empaques	RAEES	Medicamentos	Pilas y Baterías	Envases de plaguicidas	Baterías acido plomo
	Aprovechamiento	Si (régimen General PSP)	Si (régimen General PSP)	Si	Régimen General Respel - Licenciamiento ambiental	Si (régimen General PSP)	Si (régimen General PSP)	Si (régimen General PSP)	Si	No - Régimen General Respel	No	Si	Si
	Tratamiento	Si (régimen General PSP)	Si (régimen General PSP)	Si	Régimen General Respel - Licenciamiento ambiental	No	Si (régimen General PSP)	Si (régimen General PSP)	Por reglamentar ley 1672 de 2013 - aplicable régimen general PSP	No - Régimen General Respel	No	No - Régimen General Respel	No - Régimen General Respel
	Disposición final	Si (régimen General PSP)	Si (régimen General PSP)	Si	Régimen General Respel - Licenciamiento ambiental	Si	Si (régimen General PSP)	Si (régimen General PSP)	Por reglamentar ley 1672 de 2013 - aplicable régimen general PSP	No - Régimen General Respel	No	No - Régimen General Respel	No - Régimen General Respel
Existencia instrumentos de planificación específica	Planificación específica	Si (régimen General PSP)	Si (régimen General PSP)	Si	Régimen General Respel - Licenciamiento ambiental	Si	Si (régimen General PSP)	Si (régimen General PSP)	Por reglamentar ley 1672 de 2013 - aplicable régimen general PSP	Si	Si	No - Régimen General Respel	No - Régimen General Respel
Existencia incentivos específicos	Incentivos reducción	No	No	No	No	No	No	No	Por reglamentar ley 1672 de 2013 - aplicable régimen general PSP	No	No	No	No

IG	Grupo	Ordinarios		Peligrosos		Especiales			Posconsumo				
	Subgrupo	Orgánicos	Reciclables	Hospitalarios	Hidrocarburos	RCD	Llantas	Envases y empaques	RAEES	Medicamentos	Pilas y Baterías	Envases de plaguicidas	Baterías acido plomo
	Creación de mercados	No	No	No	No	No	No	No	Por reglamentar ley 1672 de 2013	No	No	No	No
	Incentivos manejo adecuado	Si	Si	No	No	No	No	Si (régimen General PSP)	Por reglamentar ley 1672 de 2013	No	No	No	No
Obligaciones extendidas	Generador	No	No	No	Si	No	No	No	Si	No	Si	Si	Si
	Productor	No	No	No	No	No	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si
	Gestor	No	No	No	No	No	Si	No	Si	Si	Si	No	No

Fuente: Presente estudio.

Ahora bien, también de acuerdo a los criterios de suficiencia que se han definido se tiene que por regla general no se han utilizado los instrumentos económicos en la gestión de las corrientes de residuos identificados, lo que sugiere que la posibilidad de profundizar en su uso (objeto principal de este estudio), la poca profundidad en las responsabilidades extendidas de los productores de residuos aprovechables (especialmente envases y empaques²²) y la reglamentación para la gestión de los residuos RAES, en ese sentido en términos de suficiencia se identifica:

- a) Vacíos en la regulación de instrumentos económico específicos para incentivar la reducción, la gestión adecuada o la creación de mercados (actualmente solo se ha identificado el incentivo al aprovechamiento de residuos sólidos).
- b) Vacíos en las responsabilidades extendidas de los productores de residuos aprovechables, especialmente envases y empaques.
- c) No existen incentivos para la reducción efectiva en la generación de residuos (salvo algunos esquemas de medición de aforo a solicitud del interesado)
- d) Vacíos en la reglamentación específica de los residuos RAES y en especial falta de la Política Nacional de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos.

Finalmente, en términos de necesidad puede indicarse por un lado que, a pesar de la existencia de una amplia normatividad general y específica, aún persisten los incumplimientos normativos que evidencia una distancia considerable entre la realidad y lo indicado en la normatividad, solo por mencionar algunos ejemplos la selección en la fuente por parte de los usuarios aún está por debajo de lo deseado, los PGIRS adolecen de deficiencias que ha hecho que su cumplimiento y concreción en resultados tangibles de reducción y mejoras en el manejo no sea completo, entre otras (MVDT, 2014); por supuesto, lo anterior tiene varias hipótesis explicativas que van desde la dispersión normativa (solucionada en parte por los decretos únicos reglamentarios aunque persiste a nivel de resoluciones e incluso legislativos), la falta de capacidad institucional para realizar seguimiento a la Gestión Integral de Residuos, la falta de disponibilidad de información, e incluso la falta de coordinación entre instituciones.

Comentarios similares pueden realizarse con respecto al cumplimiento de los objetivos de política pública, al menos en cuanto al objetivo de reducción de residuos, si bien se presentan avances en la gestión adecuada de los mismos. Lo anterior sugiere que la revisión del marco normativo puede hacerse desde al menos dos enfoques la profundización de las responsabilidades de los distintos actores involucrados, la revisión e implementación de nuevos mecanismo para lograr la cooperación social y de los actores en el cumplimiento de las obligaciones reconocidos por la legislación, y la implementación de mecanismo que permitan un mejor control y seguimiento por parte de las instituciones del Estado. Lo anterior más en una perspectiva de complementación del marco normativo más que de sustitución del mismo y en una perspectiva de combinación de los instrumentos de gestión y de política ambiental.

²² Lo que habría que compatibilizar con la participación de la población recicladora.

7.2. Suficiencia técnica de la gestión

Frente a la implementación de instrumentos de gestión que minimicen los efectos derivados en el ambiente y en la salud, el panorama general muestra que aunque los instrumentos persigan, de manera genérica la atención a las problemáticas planteadas en este documento, principalmente de manera preventiva, por cuanto el funcionamiento óptimo de los mecanismos de gestión deberían evitar su generación, es evidente que no son suficientes los instrumentos de comando y control específicos que atiendan directa y satisfactoriamente la gestión ambiental y sanitaria.

Ejemplo de esta situación se evidencia en los grupos de residuos sólidos urbanos, para los cuales, como se señaló en el entregable 2, se implementan el 37% de los instrumentos de gestión que aplican a todos los grupos analizados, y de este porcentaje, el 60% corresponden a instrumentos de regulación directa. No obstante, a pesar que este importante número de instrumentos están dirigidos a garantizar los controles ambientales y sanitarios principalmente en la disposición final de los residuos ordinarios, es evidente que la problemática ambiental persiste debido al gran volumen de residuos y a la poca implementación de instrumentos en las etapas preventiva y de generación.

En la *Tabla 52* se presenta la comparación de los subgrupos de residuos analizados frente a la implementación de instrumentos de comando y control orientados a la atención de las problemáticas ambientales y sanitarias, para cada una de las etapas de gestión. La relación de suficiencia de los instrumentos se calificó de manera cualitativa, teniendo en cuenta tres niveles de atención: i) Específico: cuando el instrumento como tal está directamente orientado a manejar los problemas ambientales y/o sanitarios²³; ii) Genérico: cuando el instrumento, que puede aplicar a una o varias etapas del sistema, puede generar cambios o mejoras en la gestión que tienen repercusión en la problemática ambiental y/o sanitaria, como consecuencia; y iii) cuando no existe ningún instrumento que atienda las problemáticas ambientales y/o sanitarias. Se debe tener en cuenta que algunos instrumentos como los planes y programas deben contener las acciones a realizar por los municipios para la minimización de las afectaciones ambientales para cada una de las etapas, sin embargo, este no fue considerado como un instrumento específico sino genérico.

²³ Para practicidad en el análisis se toma como una sola la problemática ambiental y la sanitaria, por cuanto existe la relación de causalidad indirecta de afectación a de aspectos ambientales que derivan en afectaciones a la salud. La relación directa de la gestión de residuos con las afectaciones a la salud (como lesiones físicas por manipulación de residuos corto pulsantes) no tiene atención específica por parte de los instrumentos de gestión existentes.

Tabla 52. Análisis técnico del estado de la aplicación de instrumentos de gestión para la atención de las problemáticas

IG	Grupo	Ordinarios		Peligrosos		Especiales	Posconsumo						
	Subgrupo	Orgánicos	Reciclables	Hospitalarios	Hidrocarburos	RCD	Llantas	Envases y empaques	RAEES	Medicamentos	Pilas y Baterías	Envases de plaguicidas	Baterías ácido plomo
Instrumentos de comando y control	Prevención	No	No	Específica: Reglamento prevención y manejo	Específica: Reglamento prevención y manejo	No	No	No	No	No	No	No	Específico: Manual de producción más limpia
	Generación	Genérico: Guía para la separación en la fuente	Genérico: Guía para la separación en la fuente	Genérico	Específico: Licencia ambiental	Genérico: guía técnica para el manejo de escombros	Genérico: Guía para el manejo de Llantas usadas	Específico: guía para la minimización de impactos ambientales	Genérico	Genérico	Genérico	Específico: control y vigilancia epidemiológica	Genérico
	Almacenamiento	Genérico	Genérico	Específico: licencia ambiental	Específico: Guías de almacenamiento	Genérico	No	No	Genérico	Genérico	Genérico	Genérico: Plan de gestión devolución y guía gestión responsable	Específico: Planes de gestión, manejo y contingencias
	Recolección	Genérico	Genérico	Genérico	Específico: Guías de recolección	Genérico	Genérico: Sistemas de recolección selectiva	No	Genérico: programas de recolección	Genérico: programas de recolección	Genérico: programas de recolección	Genérico: Plan de gestión devolución y guía gestión responsable	Específico: Planes de gestión, manejo y contingencias
	Transporte	Genérico	Genérico	Genérico	Específico: Guías de transporte	Genérico	Genérico	No	Genérico	Genérico	Genérico	Genérico: Plan de gestión devolución y guía gestión responsable	Específico: Planes de gestión, manejo y contingencias

IG	Grupo	Ordinarios		Peligrosos		Especiales	Posconsumo						
	Subgrupo	Orgánicos	Reciclables	Hospitalarios	Hidrocarburos	RCD	Llantas	Envases y empaques	RAEES	Medicamentos	Pilas y Baterías	Envases de plaguicidas	Baterías ácido plomo
	Aprovechamiento	Específico: Licencia ambiental para plantas orgánicas	Específico: Guías ambientales por material	Específico: licencia ambiental	Genérico	Genérico	Genérico	Genérico: guía para el aprovechamiento de envases de vidrio	Genérico	Genérico	Genérico	Genérico	Específico: Manual de producción más limpia
	Tratamiento	Genérico	Genérico	Específico: Licencia ambiental y Estándares de calidad ambiental	Genérico	Genérico	Específico: Normas emisión hornos	No	Genérico	Genérico	Genérico	Específico: Normas emisión hornos	Genérico
	Disposición final	Específicos: DAA, Licencias y guías ambientales	Específicos: DAA, Licencias y guías ambientales	Específico: licencia ambiental	Específico: Licencia ambiental	Específico: Licencia ambiental escombreras	No	No	Genérico	Genérico	Genérico	Genérico	Genérico

Fuente: presente estudio.

RSU: Tanto los residuos orgánicos y reciclables presentan un importante número de instrumentos de tipo genérico que orientan a los agentes a realizar adecuadamente las actividades operativas en cada una de las etapas de gestión, principalmente las de disposición final, los cuales, de ser cumplidos adecuadamente podrían prevenir la acentuación de la problemática. No obstante, existen instrumentos específicos que tienen relación directa con el manejo de los problemas ambientales, cubriendo las etapas de gestión de aprovechamiento y disposición final. Entre estos están:

- Guía Ambiental para el Saneamiento y Cierre de Botaderos a Cielo Abierto – 2002 que contiene aspectos de interés sanitario y ambiental, como el manejo de gases y lixiviado, el control de la escorrentía superficial, el control de incendios y el control de vectores transmisores de enfermedades.
- Guía Ambiental para Rellenos Sanitarios, cuya aplicación garantiza la prevención y mitigación de los impactos ambientales
- Exigibilidad de Licencias Ambientales para actividades de construcción y operación de rellenos sanitarios, las cuales deben contener los planes de manejo necesarios para el control de los impactos ambientales.
- Exigibilidad de Licencias Ambientales para Plantas de aprovechamiento y valorización de residuos sólidos orgánicos biodegradables, las cuales también están orientadas al cumplimiento de la normatividad ambiental y al manejo de impactos.
- Guías ambientales para el aprovechamiento de materiales reciclables, las cuales contienen aspectos de buenas prácticas que prevengan impactos ambientales.

Respel: Si bien los RSU presentan el mayor número de instrumentos de gestión implementados, los residuos peligrosos hospitalarios e hidrocarburos implementan el 26% de los instrumentos de gestión existentes y en su mayoría de carácter específico hacia la intervención de las problemáticas ambientales y sanitarias, situación apenas lógica si se tiene en cuenta la importancia en el control de esas sustancias. Este grupo de residuos presenta, así sea de manera genérica, instrumentos que abarcan todas las etapas de la gestión. A continuación relacionamos los instrumentos de carácter específico:

- Licencias ambientales: con las cuales se podrá realizar control y seguimiento a proyectos, obras o actividades relacionadas con la construcción y operación de instalaciones cuyo objeto sea el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, recuperación y/o disposición final de residuos o desechos peligrosos, y la construcción y operación de rellenos de seguridad para residuos hospitalarios en los casos en que la normatividad sobre la materia lo permita.
- Reglamento de la Gestión Integral de Respel: instrumento que reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral, en el que se definen las obligaciones de los generadores de Respel y de las autoridades ambientales así como los mecanismos de vigilancia y control y el régimen sancionatorio.
- Procedimientos para la gestión integral de residuos hospitalarios y similares (Res 1164 de 202):

- Guías ambientales de almacenamiento y transporte por carretera de sustancias químicas peligrosas y residuos peligrosos: es una herramienta de consulta y orientación mediante el suministro de elementos de gestión ambiental de tipo técnico, metodológico y legal, con el fin de generar mejoras en el desempeño ambiental de los agentes involucrados.
- Normas y límites máximos permisibles de emisión para incineradores y hornos crematorios de residuos sólidos y líquidos que se establecen con el fin de “mitigar y eliminar el impacto de actividades contaminantes del medio ambiente”; en ellas se contemplan las restricciones normativas en cuanto a emisiones de contaminantes atmosféricos durante la incineración de residuos hospitalarios provenientes de la prestación de los servicios de salud y de los residuos provenientes de mataderos y/o plantas de sacrificio.

Residuos especiales (RCD): este grupo de residuos no presenta como tal instrumentos que atiendan los problemas ambientales o sanitarios generados por estos, sin embargo, los instrumentos genéricos como las guías técnicas, los comparendos ambientales y las guías para la elaboración de planes de gestión integral, pueden tener un efecto indirecto sobre la solución (principalmente preventiva) de la problemática. El único caso de instrumento específico, que cubre la etapa de disposición final, es la existencia de licencias ambientales para la construcción y operación de escombreras, las cuales deben hacer cumplir la normatividad ambiental y realizar el manejo integral de los impactos.

Llantas: Al igual que los demás residuos de posconsumo, existen aún vacíos normativos que no permiten el desarrollo de más instrumentos de gestión y de mayor atención a los aspectos ambientales. Sin embargo, en las etapas de la gestión de las llantas usadas se destacan los instrumentos genéricos del Sistema de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas el cual tiene el propósito de prevenir y controlar la degradación del ambiente a través de la generación de pautas a los productores para realizar la recolección de estos residuos (a gran escala); así mismo el instrumento de la Guía para el manejo de llantas usadas está enfocada en la concientización de los usuarios de llantas en relación con su responsabilidad en la conservación de los recursos naturales y la minimización de los impactos ambientales. El único instrumento específico para se presenta en la etapa de tratamiento y corresponde a establecer los límites permisibles para las emisiones atmosféricas producto de la valorización de neumáticos en hornos de Clinker.

Empaques y envases: Debido a que para este grupo de residuos no se cuenta con normatividad vigente para regular la gestión, en las etapas analizadas presenta tan sólo un instrumento genérico y uno específico. El específico corresponde a la Guía para la minimización de los impactos ambientales de los residuos de empaques y embalajes, aplicable a la etapa de generación, la cual presenta las directrices para reducir el impacto ambiental de los residuos de envases y del embalaje, de cualquier material, mediante la consideración de los aspectos relacionados con su minimización, identificación con propósitos ambientales, reutilización y aprovechamiento, dirigido a los generadores domésticos, comerciales e industriales. El instrumento genérico de aplicación en el aprovechamiento, corresponde a la guía para el aprovechamiento de envases de vidrio, el cual tiene orientación más hacia la optimización en el rescate del material.

Envases de plaguicidas: por su carácter de peligroso, este grupo de residuos presenta al menos instrumentos genéricos para todas las etapas, excepto la etapa preventiva. Sin embargo de forma

específica para el tratamiento de la problemática ambiental generada por la gestión de este residuo, se encuentran dos: para la etapa de tratamiento, el instrumento regulatorio de los límites máximos permisibles de emisión en incineración de residuo el cual señala las proporciones de material a incluir de hasta del 40%, la concentración permisible de plaguicidas presente en los plásticos y las especificaciones mínimas de diseño que deben cumplir los hornos; para la etapa de generación se encuentran las Reglas para el Control y Vigilancia epidemiológica que tienen como objeto el evitar que se afecte la salud de las comunidades, la sanidad animal y vegetal o causen deterioro del ambiente. De forma genérica se pueden mencionar los siguientes instrumentos:

- Plan de gestión de devolución de productos posconsumo de plaguicida que contiene un conjunto de reglas, acciones, procedimientos y medios dispuestos para facilitar la devolución y acopio de productos posconsumo.
- Guías para la Gestión Ambiental Responsable de los Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola en Colombia que se conciben con la intención de incidir positivamente en la minimización de los riesgos asociados a los procesos de almacenamiento, transporte, aplicación de plaguicidas y manejo de los desechos con el fin de incorporar estos criterios en la planeación y la gestión ambiental.

Baterías ácido plomo: Este tipo de baterías, dada el potencial contaminador del plomo se encuentra muy regulado y con relativa suficiencia de instrumentos de comando y control específicos para la atención de la problemática ambiental derivada, en varias de las etapas de su gestión, siendo este otros de los residuos que no presenta vacíos, al menos de manera general, en ninguna de sus etapas. Los instrumentos de carácter específico se describen a continuación:

- Planes de gestión de devolución de productos posconsumo de Baterías Usadas Plomo Ácido (BUPA) que configura el conjunto de reglas, acciones, procedimientos y medios dispuestos para facilitar la devolución y acopio de productos posconsumo que al desecharse se convierten en residuos o desechos peligrosos, con el fin de que sean enviados a instalaciones en las que se sujetarán a procesos de aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final controlada.
- Manual de producción más limpia y buenas prácticas ambientales del sector de fabricación y reciclaje de baterías que se constituye en una herramienta para la implementación de programas y procedimientos que permitan de manera sencilla tomar medidas de mejoramiento en cuanto a la disminución de consumo de los recursos naturales y el adecuado manejo de residuos líquidos, sólidos y de sustancias químicas.
- Manual de buenas prácticas ambientales para el manejo de baterías usadas de plomo ácido que orienta a los importadores, fabricantes, generadores y aprovechadores, con el objetivo de consolidar estrategias conjuntas que promuevan la minimización en la generación de este residuo peligroso y como segunda instancia, su aprovechamiento. En la guía se incluyen aspectos de impacto ambiental, de salud pública y el marco normativo.

De esta forma, entendiendo la necesidad de cubrir los vacíos de instrumentos en las etapas para las que no se está realizando ninguna o pocas acciones de gestión, principalmente la prevención, se enlistan a

continuación los grupos de residuos que presentan mejor nivel de gestión y mayor número de instrumentos de gestión en las etapas del sistema. La *Tabla 53* señala las etapas de la gestión que están cubiertas con instrumentos de gestión específicos en la atención de alguna o algunas de las problemáticas ambientales o sanitarias, sin embargo, esto no puede ser interpretado como un nivel de suficiencia pues se desconoce en este análisis la eficiencia y desempeño de la implementación de los instrumentos, así como el potencial de abarcar todas las problemáticas descritas en el presente documento.

Tabla 53. Grupos de residuos con implementación de instrumentos de gestión y etapas cobijadas

Grupo	Subgrupo	Etapas con instrumento específico	Numero de instrumentos de gestión
Peligrosos	Hidrocarburos	6	6
Ordinarios	Orgánicos	2	5
Ordinarios	Reciclables	2	5
Posconsumo	Baterías acido plomo	5	3
Peligrosos	Hospitalarios	5	2
Posconsumo	Envases de plaguicidas	2	2
Especiales	RCD	1	1
Posconsumo	Llantas	1	1
Posconsumo	Envases y empaques	1	1
Posconsumo	RAEE	0	0
Posconsumo	Medicamentos	0	0
Posconsumo	Pilas y Baterías	0	0

Fuente: presente estudio.

Dados los anteriores resultados, y los obtenidos a lo largo de este documento, la aplicación de instrumentos económicos juega un papel central, razón por la cual en este estudio se identificarán algunas áreas y momentos en los que puedan aplicarse de acuerdo a los criterios de selección del producto 2. Destacando que en materia de gestión de residuos su uso ha sido limitado hasta el momento. Es importante destacar que actualmente se cuentan con instrumentos importantes para la gestión de residuos como los PGIRS, PGDPP, SIRSGA y las licencias ambientales (p.e. en el caso de rellanos sanitarios y algunos residuos peligrosos como los derivados de hidrocarburos) que podrían ser ampliados y profundizados y que en buena medida han contribuido a mitigar los impactos de las distintas fases de la gestión de residuos, si bien existen inconvenientes en términos de calidad y cumplimiento real en algunos casos, situación que justifica la existencia de problemáticas ambientales y sanitarias no atendidas suficientemente.

Uno de los principales criterios técnicos a tener en cuenta para la selección de los instrumentos económicos que se formularán para los grupos de residuos que salgan priorizados, será la calificación de los instrumentos de acuerdo a la articulación con otros instrumentos de gestión, entendiéndose que las posibilidades de éxito dependerán del adecuado funcionamiento de estos últimos, pero también se

podrán generar articulaciones que reforzarán la efectividad de la gestión. En tal sentido, en los siguientes entregables se profundizarán los análisis sobre el estado y funcionamiento de los instrumentos de gestión para los grupos de residuos que resulten seleccionados.

7.3. Cronograma de implementación de acciones hacia la internalización de costos ambientales y a la salud en la gestión de residuos

Las acciones encaminadas a las hacia la internalización en el marco de este proyecto y para la etapa de análisis y evaluación general de los grupos de residuos, están orientadas hacia el diseño e implementación de instrumentos económicos que puedan realizar sinergias con los instrumentos de gestión (comando y control), revisados anteriormente. Sin embargo, la identificación de necesidades o falencias en la implementación de acciones de gestión se podrá realizar con mayores evidencias para las etapas posteriores del estudio, momento en el que se podrán realizar las recomendaciones sobre las acciones de gestión, tanto las generales para todo el sistema y los grupos de residuos analizados para esta etapa, así como las específicas para el abordaje de las corrientes priorizadas. En la *Tabla 54* se señalan las acciones a realizar para la formulación de los instrumentos económicos que están orientados hacia la internalización de los costos ambientales y de salud en la gestión de residuos.

Tabla 54. Cronograma de implementación de acciones hacia la internalización de los costos ambientales y de la salud

Fase	Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
1	Selección de las tres corrientes de residuos				
2.	Revisión de las etapas de gestión de las corrientes de residuos priorizados e identificación de puntos críticos				
3	Priorización de impactos ambientales y a la salud derivadas de la gestión de las tres corrientes de residuos priorizadas				
4	Revisión de instrumentos de gestión para la internalización de IA y AS 3.1. Instrumentos de comando y control 3.2. Instrumentos de gestión voluntarios (RSE, certificaciones ambientales, MDL, sellos, etc.) 3.3. Instrumentos económicos aplicados a la gestión de residuos priorizados				
5	Identificación de alternativas de instrumentos económicos aplicables en cada uno de los puntos críticos identificados y priorizados 5.1. Revisión detallada conceptual y operativa de los IE identificados				
6	Definición de criterios para la priorización de				

	instrumentos económicos 6.1. Construcción de indicadores y ponderadores	
7	Socialización y validación de criterios e identificación de IE de potencial aplicación	
8	Selección de IE a aplicar en la gestión de los residuos de cada una de las tres corrientes priorizadas	
9	Diseño detallado de los IE seleccionados	
9.1.	Soporte Normativo y análisis de viabilidad jurídica: base legal y reglamentaria existente; ajustes normativos requeridos; marco regulatorio.	
9.2.	Análisis de viabilidad económica: análisis de funciones de costos de prevención, aprovechamiento, mitigación y disposición final; análisis de costos ambientales y a la salud derivados de la inadecuada gestión.; análisis de costos de implementación y monitoreo de cada uno de los 3 IE.	
9.3	Análisis de eficiencia ambiental: análisis de línea base de impactos ambientales; establecimiento de metas de reducción y/o mitigación.	
9.4	Análisis del marco institucional requerido: requerimientos de información; entidades involucradas en la implementación y puesta en marcha; recomendaciones de política	
10	Procedimiento e implementación: objetivo de los IE; estructura básica; método de cálculo, pasos a seguir para su implementación, fases de desarrollo	

Fuente: presente estudio.

8. PRIORIZACIÓN DE SUBGRUPOS DE RESIDUOS

Una vez analizada la problemática ambiental y sanitaria, generada en gran proporción por las fallas en la gestión de los residuos, así como habiendo revisado el desempeño de los instrumentos de gestión existentes, el siguiente paso en este proceso de análisis de internalización de los costos ambientales y en la salud es la priorización de las corrientes (tipologías), grupos o subgrupos de residuos²⁴, a las que se les ampliará el detalle del análisis, con el fin de identificar los puntos críticos y metas en las que actuarán los instrumentos económicos para complementar y mejorar los procesos de gestión. Los subgrupos de residuos a jerarquizar y priorizar se presentan en la *Tabla 55*.

Tabla 55. Clasificación de grupos y subgrupos de residuos a priorizar

Grupo	Subgrupo
Ordinarios	Orgánicos
	Reciclables
Peligrosos	Hidrocarburos
	Hospitalarios
Especiales	RCD
Posconsumo	Baterías ácido plomo (BAP)
	Envases y empaques
	Envases de plaguicidas
	Llantas
	Medicamentos
	Pilas y Baterías
	RAEES

Fuente: Elaboración propia

Priorizar, entendida como la acción de dar preferencia a un asunto frente a otros, aun cuando estos puedan ser consecuencia y sucedan en el mismo instante de tiempo²⁵, es un ejercicio fundamental de la planificación para alcanzar las metas con mayor eficiencia económica y en el tiempo. En este caso, priorizar los grupos de residuos no consiste en sumar o restar importancia las necesidades de gestión que requieren todos los grupos de residuos por igual para alcanzar los objetivos de política fijados, sino que hace referencia a resaltar los grupos de residuos para los cuales las acciones de gestión permitirían, dadas sus condiciones de avance y desarrollo, obtener resultados más visibles y estratégicos.

Para la priorización de grupos de residuos se tuvieron en cuenta los criterios o aspectos que pudieran determinar la relevancia en la necesidad de implementación de instrumentos económicos, los cuales serán explicados a continuación para, posteriormente, señalar los resultados de la metodología de jerarquización de grupos de residuos y su priorización.

²⁴ Se reajustan los grupos de residuos clasificados para este estudio. La distribución es: Residuos sólidos urbanos o municipales (RSU), residuos especiales (RE), residuos peligroso (RESPEL) y residuos posconsumo (RP)

²⁵ RAE: <http://www.rae.es/>

8.1.CRITERIOS PARA LA PRIORIZACIÓN DE SUBGRUPOS DE RESIDUOS

Los criterios seleccionados para la jerarquización y priorización de grupos de residuos fueron contruidos a partir de las problemáticas ambientales y sanitarias identificadas, la problemática en la gestión de cada una de las corrientes y la identificación de los principales cuellos de botella que presentan los grupos de residuos, tales como los canales comerciales o los precios de los residuos, que impiden la prevención en la generación y maximizar el aprovechamiento de los residuos.

Un factor importante que condicionó la selección y desarrollo de los criterios, fue la disponibilidad de información técnica y económica, que permitiera asignar calificaciones más reales y precisas a los grupos de residuos, principalmente en cuanto a las escalas temporales, las anualidades y las ciudades de donde se tiene mayor fuentes de información. Sin embargo, los informes y resultados de consultorías permitieron en alguna medida, realizar las comparaciones necesarias para asignar las calificaciones dadas. A continuación se presentan y describen cada uno de los criterios escogidos con su respectiva valoración y justificación de calificación.

8.1.1. Criterio de peso de residuos generados

Considerando las problemáticas en gestión de residuos asociadas a la alta tasa de generación, responsabilidad insuficiente del generador, las fallas en los instrumentos de planeación y la debilidad institucional; se plantea tomar las cantidades en peso generadas por cada grupo y subgrupo de residuo a nivel nacional como un criterio de valoración, ya que se ha identificado que la generación creciente de residuos es una de las problemáticas que conllevan a otros problemas causales de afecciones al ambiente y a la salud (MADS, 2013).

La valoración del criterio peso, se evaluó tomando en cuenta la cantidad generada de residuo dada en toneladas por año para cada tipo de residuo. Esta calificación está dada en un rango de uno a cinco, siendo cinco la calificación más alta para aquel tipo de residuo de mayor generación y uno como la menor calificación para los residuos de menor generación. De esta forma, se busca priorizar el residuo respetando el concepto de problemática ambiental y sanitaria causadas por la elevada tasa de generación. Debido que la información oficial sobre los datos de generación no es completa para todos los tipos de residuos se asume que aquellos que carecen de información tendrán una calificación nula. Este último, es el caso de los residuos de posconsumo, medicamentos y envases de plaguicidas, los cuales no presentan datos de generación consistentes. En la *Tabla 56* se presentan los rangos y parámetros establecidos para el criterio de peso.

Conociendo los rangos establecidos para la calificación del criterio, se realiza un análisis de la información oficial sobre generación de residuos a nivel nacional para realizar la valoración del criterio. A continuación se presentan los datos obtenidos en un periodo de tiempo de 2011 a 2015.

Tabla 56. Rangos de calificación para el criterio peso.

Criterio	Rango de calificación					Se prioriza
	1	2	3	4	5	
Valoración cualitativa	Peso bajo	Peso moderado bajo	Peso medio	Peso alto	Peso muy alto	
Peso	La cantidad de residuos varía entre 1.000 y 10.000 toneladas año.	La cantidad de residuos varía entre 10.000 y 100.000 toneladas año.	La cantidad de residuos varía entre 100.000 y 1.000.000 toneladas año.	La cantidad de residuos varía entre 1.000.000 y 10.000.000 toneladas año.	La cantidad de residuos es superior a 10.000.000 toneladas año.	Mayor peso

Fuente: Presente estudio

La generación de residuos para Colombia hasta 2015, fue de aproximadamente 35.403.498 Ton/año, distribuidas en los 4 grupos de residuos considerados en este estudio. Los residuos de mayor peso fueron los especiales, representados por los de construcción y demolición (RCD), generando para el 2011 una cantidad aproximada de 22.181.338 Ton, lo que representa un 62,6 % del total de los residuos generados en el país (Figura 22), es importante aclarar que los datos de esta muestra, están dados en peso (Toneladas), y al saber que los residuos de construcción y demolición en su mayoría son escombros, esto representará siempre el porcentaje más alto, por tanto estos datos no reflejan las actividades predominantes de generación del residuo en el país. (Arrieta, 2016; Secretaria de gestión y control territorial y Secretaria de Medio Ambiente, 2015; MADS, 2013)

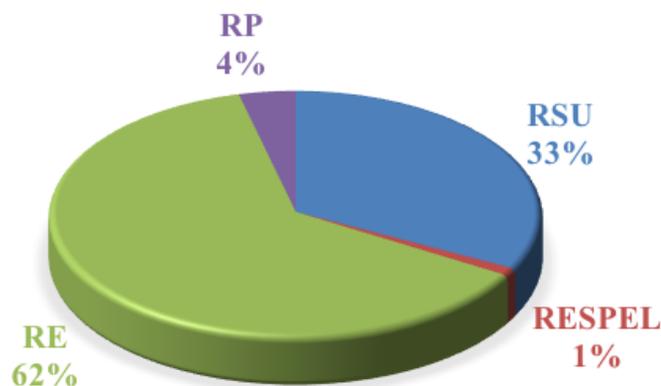


Figura 22. Porcentaje de generación de residuos en Colombia. Fuente: Presente estudio

Establecidos los porcentajes de generación de residuos por grupo a nivel nacional se presenta la generación detallada de los subgrupos de residuos considerados para este estudio y su respectiva calificación según los rangos establecidos (Tabla 57).

Tabla 57. Cantidad en peso de subgrupos de residuos considerados y su calificación como criterio

Grupos de residuos	Generación Ton/año grupo	Sub grupos de residuos considerados	Porcentaje de subgrupo representado en el grupo	Generación Ton/año por sub grupo	Calificación del criterio
RSU	11.600.000	Orgánicos	63 %	7.308.000	4
		Reciclable	37%	4.292.000	4
RE	22.181.338	RCD	100 %	22.181.338	5
RESPEL	241.620	Hospitalarios	14%	23.283,4	2
		Hidrocarburos	43 %	70.689,3	2
		Llantas	4,4 %	61.000	2
		BAPU	0,2 %	3.800	1
		Pilas	7,9 %	11.000	2
		RAEES	10,1%	140.000	3
Posconsumo	1.380.540	E&E	93 %	1.287.600	4
		Envases de plaguicidas	NA*	NA	1
		Medicamentos	NA	NA	1

* No aplica

Fuente: Presente estudio a partir de UNAL-MADS (2013).

Una vez calificado el criterio peso, se puede concluir que los tres subgrupos de residuos de mayor significancia son los RCD pertenecientes al grupo de residuos especiales y los ordinarios y reciclables del grupo de residuos sólidos urbanos, con valores de 5, 4 y 4 respectivamente.

8.1.2. Criterio de afectaciones a la salud

El criterio de afectaciones a la salud está enfocado en la jerarquización de los residuos en función de la peligrosidad, expresada como su potencial carcinogénico. En la cuarta etapa del estudio, una vez definidos los subgrupos de residuos para el diseño de los instrumentos económicos, se ampliará el alcance del análisis para evaluar las dimensiones espaciales y poblacionales de las problemáticas. En otras palabras, se identificarán las regiones o áreas jurisdiccionales, de las autoridades ambientales y sanitarias, afectables por las deficiencias en la gestión de los residuos que derivan en deterioro ambiental y en la salud; mediante el enfoque poblacional, acorde con el modelo conceptual del Plan Nacional de Salud Pública 2012 - 2021 (MSPS, 2013).

- **Criterio para jerarquizar la peligrosidad de los residuos**

A pesar de que existe una gran densidad de estudios epidemiológicos, tanto de casos y controles, como transversales y ecológicos, en los que se exploran las implicaciones en salud que se podrían esperar de la exposición a contaminantes ambientales, en sitios específicos y para poblaciones que habitan en inmediaciones de rellenos sanitarios (Vrijheid,2000; Redfearn&Roberts, 2002), incineradores (Franchini et al,2000; Hu&Shy,2001) o plantas de compostaje (Sykes et al,2007; Harrison, 2007; Environment Agency,2000); así como la existencia de estudios en los que se realizan evaluaciones integrales de salud en la gestión de residuos (WHO,2000; WHO,2007; DEFRA,2004), la elección de

un criterio que permita obtener una jerarquización de los grupos de residuos, objeto de estudio, enfrenta dificultades como las que se discuten en los siguientes párrafos:

- En reportes de revisiones sistemáticas de la literatura se encuentra que Ma, J&Hipel, K (2016) realizaron una caracterización y evaluación crítica de la forma como se incorpora la dimensión social en relación con los estudios de Sistemas de Manejo de Residuos (SMR), en términos de la vulnerabilidad, participación pública, posición y comportamiento de la comunidad. Para tal efecto, capturaron de la web 1.843 artículos publicados entre 1980 y 2014 y llegaron a la conclusión de que los resultados de las investigaciones son controversiales y se distribuyen entre, por ejemplo, la identificación de altos niveles de riesgo para grupos vulnerables de la población (mujeres y niños) expuestos a emisiones de dioxinas en las proximidades a los incineradores de residuos (Giovannini et al,2014) y ninguna relación clara entre la exposición a estas sustancias y el riesgo de abortos o defectos al nacer. En síntesis, algunos estudios muestran riesgos significativos para la salud de las poblaciones expuestas mientras otros no señalan tendencias claras.
- Gusti (2009) comenta que el South West Public Health Observatory (SWPHO, 2002) y Saffron et al. (2003), en un intento por clasificar la robustez de la evidencia científica, revisaron 1.035 publicaciones desde 1982, realizadas en Europa, USA, Australia y Nueva Zelanda, sobre los riesgos a la salud por la exposición a sustancias liberadas en las instalaciones de gestión de residuos, y concluyeron que la evidencia de efectos adversos para la salud de la población general, que reside en cercanías de rellenos sanitarios, incineradores y sitios de compostaje, es “insuficiente”.
- Con respecto a los riesgos de infecciones en la gestión de residuos clínicos Hossain Md et al. (2011) señalan que aunque existen algunos reportes en donde se encuentran documentados, infortunadamente la evidencia científica sobre el contenido de microorganismos y el riesgo de infección en trabajadores de la salud y el público, en general, es extremadamente rara y esta situación se acentúa en países en desarrollo.
- Por otra parte, Rushton (2003) afirma, en concordancia con los autores mencionados, que la evidencia epidemiológica sobre el incremento del riesgo por la exposición a las emisiones de plomo, cadmio, mercurio, cromo, arsénico y berilio, contenidos en las emisiones de incineradores, es escasa y equívoca. Señala igualmente, que no hay duda que, por la gran diversidad de materiales que se derivan de la gestión de residuos, existe un gran riesgo potencial por su exposición.
- Desde el punto de vista toxicológico, las evaluaciones se basan en las investigaciones de sustancias individuales a concentraciones que no son usuales a nivel ambiental y, por lo tanto, la evidencia de que estas sustancias (cadmio, arsénico, cromo) puedan causar cáncer no es clara (Rushton, 2003).

En consideración con lo expuesto, se puede concluir que ni desde la perspectiva epidemiológica ni toxicológica existen evidencias científicas claras que permitan declarar que un grupo de residuos (por ejemplo, de baterías ácido plomo o los RAEE) pueda presentar un mayor o menor nivel de riesgo para la salud que otro. No obstante, la clasificación de los niveles de carcinogenicidad, que ofrece la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), así como la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, sigla del Inglés), para la mayoría de los agentes químicos

(orgánicos e inorgánicos) y biológicos que conforman la composición típica de los residuos, se considera una categoría útil en este caso en el que se trata de una evaluación comparativa del peligro potencial de los diferentes grupos de residuos. La *Tabla 58* presenta la lógica utilizada para la calificación de este criterio.

Tabla 58. Rangos de calificación de la afectación a la salud

Criterio	Rango de calificación					Se prioriza
	1	2	3	4	5	
Valoración cualitativa	Peligro potencial bajo	Peligro potencial moderado bajo	Peligro potencial medio	Peligro potencial alto	Peligro potencial muy alto	
Afectación a la salud	Su índice HP varía entre 0 y 2	Su índice HP varía entre 2 y 4	Su índice HP varía entre 4 y 6	Su índice HP varía entre 6 y 8	Su índice HP varía entre 8 y 10	Mayor peligro potencial

Fuente: Presente estudio

La aplicación de este criterio permite obtener, en una primera aproximación, dos grandes grupos de agentes: Carcinogénicas y No-carcinogénicas. Con este propósito se revisaron las bases de datos de IARC y de la EPA, esta última para la evaluación de los plaguicidas. En la *Tabla 59* se presentan los descriptores que las dos agencias usan para definir los niveles de carcinogenicidad.

Tabla 59. Descriptores de los niveles de carcinogenicidad empleados por IARC y EPA

IARC	EPA	Descriptor
1	A	Carcinógeno para humanos
2 A	B	Probable carcinógeno en humanos. Evidencia de cáncer en estudios epidemiológicos es limitada
2 B	C	Posible carcinógeno en humanos. Evidencia limitada en animales
3	D	No clasifica como carcinógeno en humanos No hay suficiente evidencia de cáncer en humanos ni en animales
4 ²⁶	E	Agentes que exhiben evidencia de no carcinogénicos en diferentes ensayos con especies animales o en estudios epidemiológicos

Fuente: Presente estudio con base en IARC y EPA

²⁶ El nivel 4 (IARC) y el nivel E (EPA) no se consideran en la priorización de los residuos por cuanto, en principio, un residuo en esta categoría no requerirá atención prioritaria desde el punto de vista de la salud.

- **Composición típica de los residuos**

Con base en la revisión de la literatura especializada en el tema de los residuos y en los informes de estudios y consultorías disponibles se elaboró una lista de las sustancias y agentes biológicos que conforman la composición típica de los residuos para cada uno de los grupos y subgrupos objeto del análisis, en las diferentes etapas de su ciclo de vida o de gestión. Con tal fin se examinaron estudios del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de los productos (ej., BAP, llantas, RAEE) y del proceso de gestión de residuos (i.e, orgánicos, hospitalarios). La lista de sustancias así obtenida se organizó de acuerdo con sus características fisicoquímicas y biológicas (Anexo 2).

- **Potencia del Peligro (PP) e Índice de Peligro (IP)**

Potencia de Peligro del residuo:

El concepto de Potencia del Peligro (PP), propuesto por Das, et al (2012), ofrece una metodología para el cálculo del Índice de Peligro (IP), que se ha aplicado con éxito para evaluar la vulnerabilidad de la población expuesta a residuos peligrosos en áreas industriales. La PP considera tanto la peligrosidad intrínseca del residuo como el peso de residuo generado y el tamaño de la población afectable. En el presente ejercicio se utilizan las bases conceptuales del enfoque metodológico propuesto, adaptadas a la naturaleza de la problemática objeto de estudio y a la información disponible. Por otra parte, el peso de cada uno de los subgrupos de residuos estudiados se consideró como uno de los criterios transversales para su priorización, por esta razón, el IP que se calcula enseguida no contempla el peso de los residuos como se reporta en la literatura, sobre este tema.

Cálculo del Índice de Peligro de los Residuos:

a) Valoración del IP

Para el cálculo del IP se usan las ecuaciones siguientes:

$$IP = \sum_i IP_i \cdot (\log W_i)$$

En donde,

- IP Índice de peligro del subgrupo de residuo
- IP_i Índice de peligro ponderado para cada nivel de carcinogenicidad y subgrupo de residuo
- W_i Peso del subgrupo de residuo, Kton

La frecuencia de cada una de las categorías IARC/EPA que aparecen en cada uno de los subgrupos de residuos se pondera con un factor asignado en función del nivel de certeza de su carcinogenicidad, como se indica en la *Tabla 60*:

$$IP_i = \sum Ni \cdot Fp.$$

- N_i Número de sustancias en cada nivel-i IARC para cada sub-grupo de residuos

Fp Factor de ponderación de la importancia en salud de cada nivel-i IARC

Los Factores de Ponderación (Fp) asignados se presentan en la *Tabla 60*:

Tabla 60. Factores de ponderación para los diferentes niveles de carcinogenicidad

IARC	EPA	Factor de ponderación (Fp)
1	A	0,4
2 A	B	0,3
2 B	C	0,2
3	D	0,1

Fuente: presente estudio.

b) Normalización

La normalización de los valores de IP calculado en el paso anterior se realiza para facilitar la aplicación de los criterios de priorización sobre una base de calificación de 1 a 5, en la que el valor de 5 representa el grupo de mayor prioridad para el diseño de los instrumentos económicos de gestión y 1 el de menor prioridad. El cálculo de la normalización se efectúa con la ecuación:

$$IPn = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} * 5$$

IPn Índice de peligro normalizado para cada subgrupo de residuo

X Valor de IP a normalizar

Xmin Valor de IP mínimo

Xmax Valor de IP máximo

Resultados:

En la *Tabla 61* se presenta el resultado de la calificación del nivel de carcinogenicidad para cada una de las sustancias y agentes biológicos que conforman la composición típica de los diferentes subgrupos de residuos. El IPi, corresponde a la sumatoria de las frecuencias de los diferentes niveles IARC/EPA ponderados, con los factores previamente mencionados; y los cálculos detallados se incluyen en el Anexo 2.

Tabla 61. Índice de peligrosidad de los subgrupos de residuos

Nivel atributo: cancerígeno	Frecuencia de los niveles de carcinogenicidad para cada subgrupo de residuos											
	Orgánico	Reciclable	Hidrocarb	Hospital	RCD	BAP	E&E	Llantas	Pilas&Bat	Medicam	RAEE	E&plag
1	4	1	6	10	4	0	1	7	2	3	8	0
2A	1	0	2	0	1	1	1	1	1	0	2	4
2B	3	0	3	2	1	0	0	1	0	0	0	6
3	5	4	7	3	4	0	3	3	2	1	4	6
IP	3	0,8	4,3	4,7	2,5	0,3	1	3,6	1,3	1,3	4,2	3
IP normalizado	5,0	1,8	4,1	3,2	4,9	0,9	2,3	3,0	1,3	1,6	4,7	1,0

Fuente: presente estudio

Finalmente, para obtener la calificación del orden de priorización de los subgrupos de residuos y de acuerdo con los rangos de clase definidos para los criterios objeto de la evaluación integral, se aplicó la valoración especificada en la *Tabla 62*.

Tabla 62. Rangos de calificación de la afectación a la salud en función del IP_i

Criterio	Rango de calificación					Se prioriza
	1	2	3	4	5	
Valoración cualitativa	IP_i	IP_i	IP_i	IP_i	IP_i	
Afectación a la salud	Entre 0 y 0,99	Entre 1 y 1,99	Entre 2 y 2,99	Entre 3 y 3,99	Entre 4 y 4,99	Mayor peligro potencial

Fuente: presente estudio.

A partir de los resultados obtenidos (*Tabla 62*) y reconociendo las limitaciones del ejercicio debidas principalmente a la ausencia de información sobre las cantidades de residuos generados, por ejemplo, en el caso de los envases de plaguicidas y medicamentos, se puede concluir que, desde la perspectiva de la salud, el orden de elegibilidad de los subgrupos de residuos para el diseño de instrumentos económicos, sería así (*Tabla 63*):

Tabla 63. Calificación del criterio de Afectaciones a la Salud de acuerdo a la peligrosidad de los grupos de residuos

Subgrupo	IP_i	IP_i clase
Orgánicos	5.0	5
RCD	4.9	5
RAEE	4.7	5

Hidrocarburos	4.1	4
Hospitalarios	3.2	3
Llantas	3.0	3
Envases y empaques	2.3	2
Reciclable	1.8	2
Medicamentos	1.6	2
Pilas y Baterías	1.3	2
Baterías acido plomo (BAP)	1.1	1
Envases de plaguicidas	1.0	1

Fuente: Presente estudio.

8.1.3. Criterio de nivel de aprovechamiento o de recuperación

De acuerdo a los objetivos de política de gestión de residuos, una de las metas que se persiguen es la de aumentar el aprovechamiento y evitar la disposición final de materiales de valor. Sin embargo, uno de los eslabones más críticos y más importantes para el desarrollo de las cadenas de gestión es el de recuperación de residuos, el cual depende varios factores, entre ellos, el interés comercial de los materiales reciclables o del cumplimiento de la normatividad ambiental vigente. De acuerdo con Aluna Consultores Ltda. (2011), este interés por los materiales reciclables, cada vez más creciente, han generado mercados paralelos en las mismas fuentes de generación, lo cual ha derivado en el desarrollo de canales de comercialización y de recuperación, que implican el desarrollo de una logística de transporte y almacenamiento, así como en la generación de márgenes de comercialización.

El criterio de nivel de aprovechamiento o de recuperación de materiales permite asignar una calificación a cada subgrupo de residuos, de acuerdo al porcentaje de residuo que se rescata de llegar a rellenos sanitarios y entra a los procesos de tratamiento y aprovechamiento. Este valor, si bien no refleja el nivel de desarrollo del mercado, para lo cual se deberían elaborar estudios específicos, si permite inferir el interés en la recuperación de los residuos, aun cuando éstos no tengan un alto valor comercial, como en el caso de las llantas o las pilas y baterías secas.

Para entrar a calificar el nivel de aprovechamiento de los materiales reciclables, es importante conocer primero el esquema general de funcionamiento del mercado del reciclaje, el cual puede variar dependiendo del material y dependiendo del poder de demanda que tienen las industrias nacionales o extranjeras, que influye en el nivel y eficiencia en la recuperación de los materiales.

En términos generales, los canales de comercialización de materiales reciclables funcionan con cuatro eslabones principales (*Figura 23*). El primer eslabón corresponde a la recuperación por parte de los grupos de recicladores, quienes, de acuerdo a lo referenciado por Aluna consultores Ltda. (2011), obtienen el material de tres fuentes distintas: grandes generadores o condominios multifamiliares, vías públicas o recuperación en botaderos. Posteriormente, estos materiales son acopiados por algún mayorista que cumple la función de almacenamiento y tratamiento previo al residuo, con lo que generan algún tipo de valor agregado. Estas bodegas pueden ser clasificadas en tres grupos (Aluna Consultores Ltda., 2011):

- Las bodegas primarias de baja capacidad de almacenamiento, las cuales se caracterizan por ser informales, almacenan los residuos de manera precaria y por tratarse de residuos provenientes del espacio público, estos presentan mayor grado de contaminación por lo que se venden a un precio menor.
- Las bodegas secundarias cuentan con mayor capacidad económica y de almacenamiento, son formales y venden directamente a la industria de la transformación. En estas bodegas se realizan algunos procesos de pre transformación, por lo que se obtiene un mejor precio.
- Las bodegas especializadas por tipo de material, compran dicho material a las secundarias. Se dedican al acopio y pre transformación de uno o dos tipos de materiales. Estas bodegas también realizan actividades de pre transformación. En estos sitios se presentan altos niveles de rotación de los materiales y se constituyen en proveedores de la industria transformadora.

Por último, en el canal de comercialización de materiales reciclados se encuentra el consumidor final que son las industrias transformadoras, quienes utilizan los materiales como fuente de materia prima para la producción de nuevos bienes manufacturados, pero a los cuales regularmente deben realizarles algún tipo de tratamiento previo a su aprovechamiento. Es en este eslabón de los canales de comercialización en donde se promueve y jalona el rescate de los materiales en mayor o menor medida. No obstante, los niveles de desarrollo de los mercados son muy desiguales. En el caso del vidrio o la chatarra, para los que la presencia de una gran industria que acapara la mayor cantidad de materiales, estos gozan de canales de comercialización con importante nivel de desarrollo, de más de 25 años (Aluna consultores Ltda., 2011); en contraparte, canales de comercialización de las llantas o el plástico, para las cuales la demanda proviene de pequeños o medianos industriales, no se recuperan considerables volúmenes y por lo tanto no se desarrollan mejor los canales de comercialización.



Figura 23. Canal y agentes de comercialización generales de los mercados de materiales reciclados.

Fuente: Presente estudio a partir de MAVDT (2005).

El criterio de nivel de aprovechamiento o de recuperación tiene por objetivo priorizar aquellos subgrupos de residuos que no presentan altas tasas de recuperación, como se señala en la *Tabla 64*, lo que significa que la demanda no es lo suficientemente alta y, por ende, no tienen un mercado lo suficientemente desarrollado para aprovechar la potencial oferta de residuos. Esto conlleva a que este tipo de residuos, con bajas tasas de aprovechamiento o de recuperación, tengan mayor probabilidad de destino la disposición final, engrosando las problemáticas ambientales y sanitarias ya descritas en este documento.

El estado general de la recuperación o aprovechamiento de materiales reciclados en el país señala que la tasa nacional de recuperación de vidrio, papel, cartón, plástico y chatarra alcanza tan sólo el 16.5%, cifra que deja entrever que los mercados de estos materiales tienen gran potencial para el desarrollo de los mercados (Aluna Consultores Ltda., 2011). No obstante, el mismo estudio realiza un estimativo de la tasa de recuperación nacional que incluye los materiales de otros mercados (madera, textiles, caucho, llantas, electrónicos, etc.), con lo que se podría elevar la tasa entre un 19.6% y 21.6%.

Tabla 64. Rangos de calificación del criterio de nivel de aprovechamiento

Criterio	Rango de calificación					Se prioriza
	1	2	3	4	5	
Valoración cualitativa	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	
Nivel de aprovechamiento o recuperación	Se aprovecha más del 80% de las cantidades generadas	Se aprovecha entre el 60% y el 80% de las cantidades generadas	Se aprovecha entre el 40% y el 60% de las cantidades generadas	Se aprovecha entre el 20% y el 40% de las cantidades generadas	Se aprovecha menos del 20% de las cantidades generadas	Menor nivel de aprovechamiento o de recuperación

Fuente: Presente estudio.

A continuación se presentan las tasas de recuperación para cada uno de los subgrupos de residuos objeto de análisis, como soporte a la calificación del criterio de nivel de comercialización que será presentado más adelante. Es importante tener en cuenta que el país no cuenta con cifras ni estadísticas suficientes ni confiables que puedan dar un panorama real de la comercialización de los materiales objeto de reciclaje, por lo tanto la información aquí presentada es la más actualizada de acuerdo a las referencias disponibles en el tema.

- **Residuos reciclables:**

Este subgrupo de residuos corresponde a los materiales que regularmente tienen una alta demanda de las grandes industrias (consumidores finales), en especial para los materiales de vidrio, chatarra, papel y cartón, mientras que para el plástico está orientado a la micro y pequeña industria.

Papel y cartón: Aluna Consultores Ltda. (2011), menciona que el mercado interno de papel y cartón reciclados esta en ascenso aunque el porcentaje de demanda sigue siendo superior (20.73%), razón por la que se trata de un mercado insatisfecho. Los volúmenes de materiales reciclados, de este subgrupo, han venido aumentando: kraft, liner y corrugado de 386,550 Ton (2006) a 414,359 Ton (2010); papel blanco de 151,177 a 177,768; periódicos y otros papeles: 39,688 a 49,367. La tasa de recuperación de papel y cartón, de acuerdo a MAVDT (2005), osciló entre el 30% y el 40% entre los años 1999 y 2003.

Vidrio: Este mercado presenta un gran desarrollo por la presencia de PELDAR OI, como el principal comprador a nivel nacional, por lo cual existe una estructura comercial extensa y una red de comercialización bien definida en sus eslabones y márgenes de comercialización (Aluna Consultores Ltda., 2011). Se estima que entre el 2000 y el 2005 la cantidad promedio del casco utilizado en los hornos de PELDAR SA es de 500.000 toneladas, de los cuales, el material reciclado aprovechado por la empresa transformadora es de 20.000 Ton/año y a nivel país se recuperan 132.000 Ton/año, los cuales son reincorporados en el proceso y ciclo productivo (MAVDT, 2005). Por lo anterior se podría interpretar una tasa de recuperación aproximada del 30.4% para el vidrio.

Plástico: El mercado del plástico presenta mayor complejidad por cuanto la demanda de este material está dispersa en micro y pequeños empresarios, razón por las que las cifras de recuperación no tienen

mayor exactitud. El MAVDT (2005) reporta que de las 623.000 Ton (850.000 Ton de acuerdo a Aluna Consultores Ltda. (2011) para el 2009) de consumo aparente de plástico en Colombia, 342.650 Ton son recicladas, reintegrándose a la producción el 55% del material, cifras que contrastan con el valor reportado por Acoplasticos (Aluna Consultores Ltda., 2011) de 209.665 Ton anuales recuperadas y aprovechadas, que aunque correspondientes a dos periodos diferentes, señalaría una tasa de recuperación muy inferior al 55%.

Chatarra: La demolición de edificaciones, la línea blanca, y la chatarrización de equipos de transporte de materiales, los equipos de mezcla y de preparación de concretos para las fundiciones son las fuentes más importantes de chatarra, la cual es demandada por las compas de la industria siderúrgica y por empresas de metalmecánica, alcanzando la cifra de demanda nacional de 935.300 Ton para el año de 2010 (Cámara de Fedemetal; citada por Aluna Consultores Ltda., 2011). Para Colombia los porcentajes de utilización de material reciclado en el producto final están alrededor de 52y el 58% (Aluna Consultores Ltda., 2011).

En contraste con las cifras de recuperación mencionadas para cada uno de los materiales pertenecientes al grupo de los residuos ordinarios reciclables, Aluna consultores Ltda. (2011) menciona que el panorama general del mercado de los reciclables en 22 ciudades principales muestra una tasa de recuperación anual del 20.03%, mientras que para el total del país esta cifra puede representar el 16.5% (17% de acuerdo al DNP (2014)), valor que fue tomado como referencia para evaluar el criterio de nivel de comercialización y recuperación de esta subgrupo de residuos.

- **Envases y empaques de bebidas:**

Este grupo de residuos presenta comportamiento similar a los materiales reciclables mencionados en el ítem anterior, no existiendo cifras precisas para este subgrupo de residuos producto de los envases de bebidas, los cuales pueden clasificarse principalmente en plástico, vidrio y envases Tetrabrik. Los canales de comercialización de estos materiales siguen la misma estructura general presentada.

Tetrabrik: este tipo de residuos están fabricados con materiales como pulpa, cartón gris, telas y madera sintética, por lo cual requiere procesos de pre-tratamiento y tratamiento más complejos que los de los otros materiales de bebidas. De acuerdo a MAVDT (2005) la cadena de comercialización de Tetrabrik involucra a productores de envases, productores que realizan el llenado, supermercados, consumidores, recolectores, recicladores mayoristas y plantas de tratamiento, los cuales generan 7200 Ton/año, del cual es recuperado 1460 Ton/año, correspondiente a una tasa de recuperación del 20%.

Plástico: Según estimaciones de Acoplasticos, el 54% de la fabricación de productos en plástico corresponden a envases y empaques; el 18% corresponde a productos plásticos de larga vida para la construcción; 18% para envases y demás elementos para la agricultura; 10% para calzado y otros artículos para manejo del agua; y 8% otros artículos, siendo los envases y empaques el grupo de productos manufacturados más representativos. La tasa de recuperación tomada para este material es la misma para los residuos ordinarios reciclables.

Vidrio: Desde el punto de vista de su composición de los productos finales, los envases representan el 34.45 % de la producción, los vidrios de seguridad el 17.91 %, vidrio plano con el 14.44 % y vidrio para laboratorio y farmacia con el 14.04 %. Por lo tanto en el mercado de envases están los mayores

volúmenes de materiales reciclables y especialmente donde es menos peligrosa su recuperación para el reciclador. El 17% es el porcentaje de recuperado y aprovechado de los materiales reciclables. Este dato se tomó similar para ordinarios reciclables, considerando el comportamiento general de la recuperación de materiales reciclados.

- **Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos:**

En Colombia se estima que en el año 2013 se produjeron cerca de 120.000 toneladas de RAEE y pilas. De acuerdo con estudios realizados entre el 2005 y el 2009, los tipos de residuos que más se presentan dentro de los RAEE, son los electrodomésticos y aparatos de consumo con un 39% y los televisores con un 14% (MADS, 2015). La fracción de hierro, cobre, aluminio, oro y otros metales en los residuos electrónicos es más del 60%, mientras que los contaminantes comprenden 2,70% (Widmer, Oswald-Krapf, Sinha-Khetriwal, Schnellmann, & Böni, 2005).

Otros datos indican que en el 2007 se generaron 45.000 toneladas de residuos de computadores y accesorios, lo que corresponde a una Producción Per cápita (PPC) entre 0.1 y 0.15 kg; 3.000 toneladas de equipos obsoletos (acumulados) de celulares, por ejemplo esto representa 450 toneladas de cobre y más de US\$3.7 millones. De acuerdo a las cifras reportadas a la ANLA, como parte del permiso de proyectos de posconsumo, la cantidad de RAEE recolectada por este canal oficial entre los años 2012 y 2015 fue de 3.840 Ton de computadores y periféricos y 1.914 Ton de bombillas y luminarias, cifras que estarían muy por debajo del real aprovechado en el país por canales informales.

Al respecto, Rodríguez & González (2013) mencionan que es posible afirmar que el canal de recolección informal maneja el 90% de los RAEE emitidos en Bogotá, el cual solo aprovecha el 10% de los materiales, que son llevados a través de una cadena de varios actores para lograr el aprovechamiento final.

- **Residuos de hidrocarburos:**

De acuerdo al IDEAM (2013), el 70% de los residuos sólidos y semisólidos peligrosos generados en el año 2013 corresponden a cuatro (4) corrientes de residuos: mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua (Y9+A4060), desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas (Y1+A4020), desechos resultantes de la utilización de dispositivos de control de la contaminación industrial para la depuración de los gases industriales, pero con exclusión de los desechos especificados en la lista B (A4100) y los residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales (Y18).

De la corriente Y9 se producen: 70.689 toneladas en estado semisólido y 38.981 en estado líquido, para un total de 109.670,9 toneladas para el año 2013 (IDEAM, 2013). Estos subproductos deben ser recuperados, tratados y aprovechados por las empresas operadoras, en el marco de las licencias ambientales que les son otorgadas al sector. En tal sentido, no es común que exista un mercado de residuos de hidrocarburos debido a que son las mismas empresas petroleras quienes cuentan con la tecnología adecuada para recuperar sus subproductos.

Precisamente, son las mezclas y emulsiones de aceite y agua e hidrocarburos y agua (Y9 + A4060) la corriente de residuos peligrosos que es mayormente gestionada por medio de aprovechamiento

interno. En total durante el año 2013, fueron aprovechadas al interior del establecimiento generador 26.598 Ton, de las cuales el 72,2% correspondieron a las mezclas y emulsiones de aceite y agua e hidrocarburos y agua (Y9 + A4060); el 8,3% correspondieron a los aceites minerales no aptos para el uso al que estaban destinados (Y8 + A3020), volúmenes que señalan una tasa de recuperación del 24% con respecto al total generado, aunque con una disminución del 88,3% (más de 144.000 toneladas) de las cantidades aprovechadas al interior del establecimiento en 2013 con respecto a lo presentado para el 2012 (IDEAM, 2013).

Asimismo, las mezclas y emulsiones de aceite y agua o hidrocarburos y agua (Y9 + A4060) fue la corriente que presentó el mayor aprovechamiento y/o valorización externa de residuos peligrosos en el año 2013, acorde a que fue la corriente de residuo más generada en el país durante dicho año, con el 45,4% de la generación total nacional. Se resalta el hecho que esta corriente de residuo, ha presentado un aumento progresivo anual en las cantidades manejadas por medio de aprovechamiento y/o valorización externa, durante el periodo 2011 – 2013, con un aumento superior a las 7.700 toneladas entre 2011 y 2012, y un aumento superior a las 8.600 toneladas ente 2012 y 2013. Para el año 2013 fueron aprovechadas externamente 24683,4 toneladas de la corriente Y8 y 15475,4 toneladas de la corriente Y9 (IDEAM, 2015). Estas cantidades corresponden a un porcentaje de aprovechamiento y/o valorización externa de 36,61 %.

Considerando las cantidades de mezclas y emulsiones de aceite y agua e hidrocarburos y agua (Y9 + A4060) y de aceites minerales no aptos para el uso al que estaban destinados (Y8 + A3020) que son aprovechado tanto interna como externamente, el porcentaje total de aprovechamiento para este subgrupo de residuos es de 60,8%.

- **Residuos orgánicos:**

El 63% de los residuos que se producen en Colombia corresponden a residuos orgánicos (7.300.000 Ton/año). Aunque este tipo de residuos no tiene un valor comercial en la recolección de los desechos domiciliarios y de algunos establecimientos comerciales, a nivel industrial o de determinado tipo de mercados agropecuarios, si presenta un valor económico cuando se transa en gran volumen.

Al respecto, Jaramillo y Zapata (2008) afirman que el compostaje con residuos urbanos adquiere importancia por los altos volúmenes generados en los municipios que aceleran su tasa de crecimiento poblacional; entre el 60 y el 70% del volumen total corresponden a residuos orgánicos, de los cuales se afirma que el no más del 20% se puede recuperar para diversos usos, entre ellos el compost. No obstante, los canales de comercialización son muy dispersos e indeterminados, pues no existe una demanda significativa de este tipo de residuos para la generación de insumos agropecuarios, pudiendo obedecer ese nivel de recuperación a ciudades medianas y pequeñas que en las grandes urbes.

- **Residuos de construcción y demolición:**

En Colombia los RCD no tienen un mercado desarrollado, ni canales de comercialización establecidos, pues no existen agentes demandantes de este tipo de residuos en gran volumen, muy seguramente por la ausencia de tecnología para su aprovechamiento y por ende por los valores bajos del RCD. Por lo tanto, los RCD tiene como sistema de gestión regular el vertido controlado en menor medida, pero sobre todo una disposición inadecuada; los sitios autorizados están totalmente

diseminados, siendo escasa cualquier otra alternativa de valorización, reciclaje o reutilización, poco más del 5 % a 10 % de este tipo de residuos son sometidos a procesos de reciclaje y reutilización, en un par de empresas que a la vez que expiden certificado de disposición legal de escombros, comercializan productos granulares que cumplen con la normativa colombiana para uso en construcción (Castaño, Rodríguez, Lasso, Cabrera, & Ocampo, 2013).

Según Castaño et al (2013), el caso particular de Bogotá muestra que para el año 2014, en cumplimiento de la Resolución 01115 de 2012, se logró la reutilización de 1.280.800 toneladas de RCD del total de residuos controlados de 8.303.965 Ton de RCD, cifra que corresponde al 16% de tasa de recuperación. Si bien esta cifra no obedece al panorama nacional ni señala específicamente que materiales fueron recuperados, como la recuperación de chatarra y de elementos reutilizables, es sin duda una tasa de recuperación considerablemente baja, dado el importante volumen de generación de este tipo de residuos.

- **Residuos de baterías ácido plomo:**

El mercado del reciclaje de las baterías usadas se fundamenta en la posibilidad de beneficiarse de un recurso relativamente escaso con valor importante de re-uso como el plomo, un material utilizado no solamente en la fabricación de baterías nuevas y reconstruidas, sino por diversos sectores industriales, como en la fabricación de aleaciones metálicas, municiones, industria del vidrio, pinturas, soldadura, cerámica, imprenta y aditivos para gasolina (MMA y CNPMLTA, 2002).

El mercado actual de baterías en Colombia presenta una oferta doméstica compuesta de 96.000 unidades nuevas y alrededor de 10.000 unidades reconstruidas por mes, para un total por año de 1.272.000 unidades. A este saldo pueden sumarse las importaciones netas de baterías nuevas que ascienden a 36.058 en el año 2000, para un total de 1.308.058 unidades ofertadas.

Por otra parte, las cifras reportadas por la Asociación Nacional de Fabricantes de Autopartes, con base al tamaño del parque automotor, estimado en 2.666.258 vehículos, señalan que son generadas cerca de 1.748.803 baterías cada año. Con base en esta cifra, se estima que anualmente se pueden recuperar más de 1.200.000 baterías que contienen plomo, metal peligroso que no puede disponerse de manera inapropiada por los riesgos para la salud (MMA y CNPMLTA, 2002). Teniendo en cuenta estas cifras, se puede asumir una tasa aproximada de recuperación anual de baterías ácido plomo de 69%, aunque MMA y CNPMLTA (2002) afirman que la totalidad de las baterías usadas que se generan en Colombia se reciclan y se destinan a la producción de baterías nuevas, baterías reconstruidas y lingotes de plomo de distinta especificación, dentro de los límites del país.

- **Residuos de envases de plaguicidas:**

De acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en cumplimiento de las metas de recolección, los Planes de Gestión de Devolución de Residuos de Plaguicidas que existen en el país han recolectado, entre el año 2012 y el año 2015, 6.378 toneladas de residuos de plaguicidas, con un promedio anual de 3.189 toneladas.

Se conoce que algunos de estos programas realizan aprovechamiento de algunos de los residuos recolectados, entre estos se cuenta la chatarrización de canecas metálicas, la producción de madera

plástica a partir de envases plásticos y el aprovechamiento de bolsas plásticas para la producción de mangueras. Tal es el caso de Campo Limpio, que de acuerdo con las cifras reportadas, el 44,9% de los envases de plaguicidas de uso agrícola son tratados térmicamente, el 2,17% son aprovechados y el 52,9% usa técnicas de disposición final combinada (Valencia, Ramírez y Jaramillo, 2014). Asimismo, se conoce que algunos envases son reutilizados de manera inadecuada por los mismos consumidores o vendidos en el mercado informal como envases convencionales.

Sin embargo, considerando que no se cuenta con algún reporte oficial de cantidades de envases de plaguicidas que se generan en el país, no es posible determinar el porcentaje de aprovechamiento de este tipo de residuo.

- **Residuos de llantas y neumáticos usados:**

La comercialización de llantas usadas en Colombia no presenta un nivel de desarrollo importante que impida la acumulación de este tipo de residuo, debido principalmente a su bajo valor económico y a las dificultades logísticas de su transporte y almacenamiento dado su volumen y peso, situación que describe el MAVDT (2005) afirmando que gran parte de las llantas luego de su uso, son almacenadas en depósitos clandestinos, techos o patios de casas, lagos, ríos, y calles, con importantes efectos ambientales y sanitarios.

Los canales de comercialización de las llantas usadas dependen del destino final que se le dé al material, que bien puede ser su uso como combustible, el reencauche de neumáticos o el uso para la elaboración de bienes manufacturados de tipo artesanal o industrial, este último, con diversas opciones y micro y pequeñas empresas procesadoras. Entre los agentes relevantes de la cadena se encuentran los bodegueros, recolectores, distribuidores para reencauche, plantas de reencauche, recuperadores de banda, cementeros y ladrilleros, procesadores, artesanos e industriales y quemadores (MAVDT, 2005).

Se estima para el año 2008 un consumo de 4.493.092 llantas discriminadas así: 1.067.072 llantas de camiones y busetas, y 3.426.020 llantas de automóviles y camionetas. Considerando un promedio de recambio de llantas de 18 meses y unos pesos promedio para carcasas usadas de 7 kg por llanta para auto; de 15 kg para camioneta y de 50 kg para camión, la generación de residuos de llantas de automóvil, camioneta, camión y buseta se estima en 61.000 toneladas al año.

Para la calificación del criterio de nivel de comercialización del subgrupo de residuos de llantas y neumáticos usados, se tendrá en cuenta únicamente el mercado del reencauche, debido a que las cifras de los otros canales de comercialización con destino a otros tipos de aprovechamiento no son confiables o equiparables espacial ni temporalmente. Al respecto, para el mercado de Bogotá se estima que se producen 2.059.555 de llantas al año, es decir, 18.861 Ton, de las cuales se reencauchan 3.245 Ton, equivalente al 25% de la tasa de recuperación (PNUD y SDA, 2011). A nivel nacional, el MAVDT (2005) señala que del total de llantas generadas en el país, que se estima en 4.712.089 unidades al año, se reencauchan alrededor de 684.000 unidades anuales, lo que significa una tasa de recuperación del 14,51%.

- **Pilas y baterías secas:**

Las pilas y baterías secas no tienen un mercado destinado al aprovechamiento en el país, es decir, no son comercializadas ni existen agentes interesados en su tratamiento o almacenamiento. No obstante, en el país se realiza una campaña de recolección de pilas y baterías usadas con fines ambientales, la cual es liderada por la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia ANDI. Estas pilas tienen como destino su disposición final adecuada en celdas de seguridad.

De acuerdo al MAVDT (2008), en los estudios técnicos realizados sobre la generación y gestión de residuos de pilas primarias y secundarias se identificó que en promedio al año se generan 11.000 Ton de residuos de pilas en el país, de las cuales 8.000 Ton corresponden a pilas zinc carbón, 2.000 Ton a pilas alcalinas y el resto lo componen los residuos de pilas secundarias y de botón.

Así mismo, se sabe que en los últimos 7 años se han generado y dispuesto en los rellenos sanitarios y botaderos a cielo abierto en Colombia cerca de 77.000 toneladas de residuos de pilas. Entre el 2002 y el 2008, se han descargado al ambiente cerca de 14.000 toneladas de zinc, 13.000 toneladas de manganeso, 60 toneladas de cadmio, 15 toneladas de cromo, 100 toneladas de níquel, 30 toneladas de plomo, 350 kg de mercurio y 350 kg de litio, especialmente a los rellenos sanitarios y botaderos a cielo abierto, provenientes de las pilas que desechan los consumidores junto con la basura doméstica.

A pesar que se reconoce que el 80% de los desechos de pilas se disponen en rellenos sanitarios, las cifras de recuperación de los proyectos de posconsumo de la ANLA señalan que para el año 2015 se realizó una recuperación 392 Ton de pilas y acumuladores, con lo que se podría hablar de una tasa de recuperación cercana al 4%, cifra que podría explicar la deficiente gestión en la recuperación o la deficiencia de los sistemas de información.

- **Residuos hospitalarios:**

De acuerdo con la información consignada en el Informe nacional de generación y manejo de residuos o desechos peligrosos en Colombia del año 2013, de la corriente Y1 + A4020, correspondiente a desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas, esta se encuentra frecuentemente conformada por los siguientes residuos: Residuos biosanitarios, Residuos cortopunzantes y Residuos anatomopatológicos. El total de residuos reportados como generados, en estado sólido o semisólido, para esta corriente fue de 23.283,4 Ton (IDEAM, 2015).

Se entiende por tratamiento aquellas operaciones o procesos mediante los cuales se modifican las características de los residuos teniendo en cuenta el riesgo y grado de peligrosidad de los mismos, para minimizar los impactos negativos para la salud humana y el ambiente²⁷ (Tabla 65).

En cuanto a operaciones de tratamiento externo, la corriente de residuos clínicos y afines (Y1+A4020), fue reportada como la segunda corriente con mayor manejo por medio de tratamiento externo durante los tres (3) años analizados (13,3% del total tratado en 2013; 11,9% del total tratado en 2012; 16,3% del total tratado en 2011), ya que de manera generalizada en el país este tipo de residuos son sometidos a incineración (tratamiento térmico). Sin embargo, ya que este tratamiento no está

²⁷ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 4741 de 2005. Artículo 3

encaminado a la valorización energética del producto, estas cantidades no son consideradas como aprovechadas (Instituto de Hidrología Meteorología y estudios ambientales, 2015).

Tabla 65. Tecnologías de aprovechamiento de residuos hospitalarios

<u>Operación de aprovechamiento</u>	<u>Cantidad aprovechada (toneladas)</u>
1. Recuperación o regeneración de disolventes	443,3
2. Recuperación de componentes provenientes de catalizadores	0,1
3. Intercambio de desechos para someterlos a cualquiera de las operaciones numeradas de R1 a R11	41,9
TOTAL TONELADAS APROVECHADAS	485,3

Fuente: IDEAM (2015)

Así, es posible afirmar que del total de residuos generados de la corriente de residuos clínicos y afines (Y1+A4020), se aprovecha un total de 2,08%.

- **Residuos de medicamentos:**

No se cuenta con datos consolidados de la cantidad de residuos de medicamentos que se generan en el país. Los Planes de Gestión de Devolución de Residuos de Medicamentos que existen en el país definen sus metas con base en el cubrimiento de la población, y no en la cantidad de medicamentos que son puestos en el mercado por las empresas que conforman el plan.

De acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible desde el año 2012 hasta la fecha se han recolectado en promedio 134,5 toneladas de residuos de medicamentos por año, para un total de 538,06 toneladas de residuos de medicamentos vencidos recolectados en los cuatro años.

Debido a que la gestión de este tipo de residuos busca evitar la falsificación, adulteración y contrabando de los medicamentos, además de contribuir con la protección del medio ambiente, se usan principalmente tecnologías para su tratamiento térmico, tales como el co-procesamiento o la incineración.

El programa posconsumo Punto Azul, programa posconsumo colectivo que más cantidad de asociados representa (388 empresas de las 489 que cuentan con Plan de Gestión de Devolución de Productos posconsumo) indica que del total de residuos recolectados por este programa posconsumo en el año 2015 (92,65 toneladas) el 55% fue tratado a través de co-procesamiento (Punto Azul, 2016).

Sin embargo, tampoco es posible afirmar que el total de los residuos recolectados por los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo corresponde al total de residuos aprovechados, además que no es posible evidenciar esto cuanto representa del total de los residuos generados. Por tal motivo, no es posible definir una cifra para evaluar el parámetro.

- **Resultados de la calificación del criterio de nivel de aprovechamiento o recuperación:**

De acuerdo a los soportes de información presentados, donde se establecen los soportes de los porcentajes de recuperación de los residuos, la calificación del criterio se realizó como se presenta en la *Tabla 66*.

Tabla 66. Calificación del criterio de nivel de comercialización o recuperación para cada grupo de residuos

Subgrupo	% de residuos comercializados o recuperados	Calificación del criterio
Orgánicos	< 20%	5
RCD	16%	5
RAEE	90%	1
Hidrocarburos	61%	2
Hospitalarios	2.1%	5
Llantas	25%	4
Envases y empaques*	33%	4
Reciclable	17%	5
Medicamentos	No determinado	5
Pilas y Baterías	< 4%	5
Baterías acido plomo (BAP)	69%	2
Envases de plaguicidas	No determinado	5

*Fuente: Presente estudio *Correspondiente a los materiales de vidrio, plástico y Tetra Brik, que no necesariamente corresponde en su totalidad a envases.*

8.1.4. Criterio de potencial de mercado

Una manera de acercarse a las dinámicas de comercialización de los residuos sólidos y su correspondiente aprovechamiento para la reincorporación al sistema productivo, es hacer un sondeo del potencial de mercado a partir de los precios en torno a la compra de los residuos y la posterior venta de los materiales recuperados, lo que permite estimar un margen de valorización de éstos. Para ello se debe tener en cuenta que hay diferentes agentes a lo largo de la cadena de suministro, que juegan un papel importante en la conformación de los precios del mercado. Dependiendo de condiciones geográficas y económicas (tamaño de la oferta, de la demanda, barreras a la entrada, entre otras condiciones), principalmente, los precios y por lo tanto márgenes operacionales son susceptibles de variaciones sustanciales.

Tener un precio aproximado de compra y de venta, que en particular sirven como indicadores del costo y del ingreso en la actividad de transformación de los residuos, posibilitan generar un indicador de rentabilidad conocido como el Margen Operacional, calculado como sigue:

$$M_{operacional} = \frac{Utilidad\ operacional}{Ventas} * 100 = \frac{Ventas - Costo\ de\ ventas}{Ventas} * 100$$

Para este caso particular, este indicador es de gran utilidad puesto que el sondeo no tiene un alcance sobre otro tipo de costos (costos de transacción, logísticos, canales de minoristas, mayoristas, etc.) o gastos operacionales y no operacionales, luego un margen “bruto” por unidad producida dará una idea acerca de la rentabilidad que pueden tener estas empresas considerando únicamente el precio de adquisición de su insumo, o sea el residuo. Se debe tener en cuenta que la poca información disponible sobre los costos de aprovechamiento y tratamiento para las diferentes tecnologías, de los diferentes grupos de residuos, no permite realizar un análisis más preciso de los márgenes operativos netos de los agentes que intervienen en los mercados de residuos.

El margen operacional oscila entre 0% y 100%. En la medida que se acerca a 0%, se puede sospechar que el mercado es competitivo debido a los bajos márgenes de rentabilidad. Si es muy cercano a 100%, es posible que existan incentivos de precios para la entrada de más competidores en el mercado, dejando a un lado las barreras a la entrada que puedan tener los respectivos mercados (por ejemplo, altos costos en las tecnologías para el aprovechamiento, monopolios naturales, entre muchas otras).

Así, el análisis preliminar del margen operacional permite la formación de una imagen acerca de la capacidad de las firmas para cubrir el costo de sus productos. Este margen es especialmente útil en la industria manufacturera toda vez que los costos de los insumos son representativos en los costos totales, contrario a sectores como servicios o tecnologías (Wild, Bernstein, Subramanyam & Halsey, 2004). En un ambiente altamente competitivo, el margen operacional tiende a caer a márgenes cercanos al 0%, mientras que un margen operacional más alto puede evidenciar diferentes situaciones: escasez de la oferta debido a barreras a la entrada como altos costos de activos fijos, de capital de trabajo, entre otros, o por el contrario un elevado poder de negociación por parte de los compradores, lo que usualmente se manifiesta como oligopsonios o monopsonios.

El criterio de precios de mercado, analizado a través del indicador de margen operacional (MO), tiene por objetivo priorizar aquellos subgrupos de residuos que, dados sus precios de compra de materiales reciclables y venta de insumos para producción, pueden presentar un mayor nivel de rentabilidad para nuevos agentes interesados en realizar tratamientos o aprovechamientos de los materiales, es decir, que el mercado tendría mayor potencial de desarrollo (*Tabla 67*). En términos de los objetivos de política para la gestión de los residuos, el desarrollo de mercados competitivos de residuos permitiría que se aumente la demanda de los materiales reutilizables y reciclables, situación que conllevaría a la disposición final como un destino menos probable, mayores tasas de aprovechamiento y mayor valor agregado a la recuperación de materiales.

Tabla 67. Rangos de calificación del criterio de Potencial de Mercado

Criterio	Rango de calificación					Se prioriza
	1	2	3	4	5	
Valoración cualitativa	Reducido	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	
Indicador de Margen de Operación	Su indicador de MO es inferior a 60%	Su indicador de MO está entre 60% y menor a 70%	Su indicador de MO está entre 70% y menor a 80%	Su indicador de MO está entre 80% y menor a 90%	Su indicador de MO es superior a 90%	Mayor nivel de margen de operación

Fuente: Presente estudio.

A continuación se dilucidarán algunos rasgos característicos de cada mercado de residuos, según la disponibilidad de la información, y los datos obtenidos para los precios de compra y de venta²⁸, que complementan análisis importantes como el del documento Evaluation of the market potential of recyclables and compost in Colombia (Advantis, 2013), suministrado por el Departamento Nacional de Planeación. Posteriormente, se presentarán los datos de precios producto del sondeo y el correspondiente cálculo del margen operacional, en comparación con los márgenes obtenidos en el estudio en mención.

- **Residuos de llantas y neumáticos usados:**

En Colombia, el aprovechamiento post-consumo de llantas usadas no presenta incentivos suficientes para que se genere un mercado sólido. Ha habido avances importantes en instrumentos de comando y control para promover la devolución de las llantas usadas, el acopio adecuado y el desarrollo de industrias para su aprovechamiento, fortaleciendo poco a poco la demanda por los productos derivados de ese proceso, especialmente el asfalto que incorpora partículas de caucho o los mismos gránulos de caucho, de amplio uso en sectores de servicios como el de entretenimiento, especialmente con las canchas sintéticas de fútbol.

En este sentido, para este propósito se consultó a las diferentes fuentes disponibles por la existencia de un precio de compra de las llantas usadas, a lo que respondieron que actualmente distritos como el de Bogotá o Medellín suministran este insumo a las empresas licenciadas para el aprovechamiento del mismo a un precio \$0, lo que es una buena señal para la demanda teniendo en cuenta la gratuidad de la adquisición de éste como insumo. Por su parte, para el precio de venta se consultó en diferentes fuentes por el producto “gránulos de caucho”, que es uno de los productos más dinámicos en este mercado de recuperación del residuo.

- **Residuos de empaque y envases de bebidas:**

El mercado de recuperación de los envases plásticos en el país, tiene rasgos de mercado competitivo, toda vez que la cantidad de vendedores y de compradores es elevada. De acuerdo con Advantis (2013), existen dos tipos de mercado: el de post-consumo, o sea el que se genera por los envases plásticos consumidos en los hogares, y el mercado post-industrial, que se genera a partir de los desechos de procesos industriales y comerciales.

El mercado post-consumo presenta varios agentes: en primer lugar, los generadores del residuo son los hogares. La comercialización está a cargo tanto de depósitos minoristas como de depósitos mayoristas, quienes a su vez se encargan de una primera fase de transformación del residuo, en particular de la transformación a la presentación de pellets (pepitas). En tercer lugar, están las industrias de inyección de plásticos, que son los agentes que utilizan los pellets como insumo para su actividad manufacturera. En todos los eslabones de esta cadena hay un alto número de agentes (hogares, minoristas, mayoristas e industrias como usuarios finales), lo que permite deducir que es un mercado altamente competitivo.

²⁸ Se indagó a través de diferentes fuentes de información (empresas privadas, principalmente) por precios aproximados de compra y/o de venta de los residuos aprovechados (ver Anexo 2). Este ejercicio permitió un acercamiento a los diferentes canales de acopio y distribución que existen en algunos grupos de residuos, si bien no se logró plena trazabilidad hasta el proceso de aprovechamiento.

El mercado post-industrial, en cambio, tiene una comercialización directa entre las industrias que generan el residuo y las que se encargan de su aprovechamiento, por lo que allí el precio del residuo es producto de negociaciones uno a uno. Los plásticos transados en este mercado suelen responder a altos requerimientos de calidad.

Se debe mencionar que el aprovechamiento de los residuos de plástico se da en un rango de 40% – 60%, o sea que no hay una recuperación total del residuo. Además, el abastecimiento de plástico recuperado que hacen las industrias para la producción, no supera el 10% del total de insumos (Advantis, 2013).

En el país se producen y comercializan siete tipos diferentes de resinas, entre las cuales existe una amplia gama de plásticos. Sin embargo, los polímeros de polipropileno captan alrededor del 23% del mercado y por tal motivo, para el propósito de este documento, se buscó información sobre los precios de compra de los envases ‘limpios’ (o sea aquellos envases despojados de etiquetas y tapas) y el precio de venta de los pellets de polipropileno como plástico recuperado, por kilogramo, en la cadena de suministro post-consumo.

El mercado de los envases y empaques de vidrio en el país presenta una estructura típica de monopsonio al final de la cadena de suministro. De acuerdo con Advantis (2013), son muchos los generadores, o sea los hogares y empresas, les siguen los depósitos minoristas, los depósitos mayoristas y finalmente un comprador que abarca la gran mayoría de la demanda final: la empresa Peldar. Esto quiere decir que los comercializadores prácticamente son agentes precio-aceptantes en este mercado, teniendo que ajustar su estructura de costos para ganar rentabilidad por la comercialización de este residuo.

El porcentaje de aprovechamiento de los residuos de vidrio es del 100% y no pierde sus características durante el proceso de reciclaje, lo que quiere decir, por ejemplo, que de una botella de vidrio se puede generar una botella de vidrio. No obstante, el vidrio reciclado solo se incorpora aproximadamente en un 40% del total de insumos de esta industria (ibid., 2013).

- **Residuos de RAEES:**

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos producen, principalmente, la posibilidad de recuperar ciertos metales como el hierro, el bronce, el aluminio y el acero. El mercado más cercano a los residuos tipo RAEES es el de la chatarra, que en Colombia presenta una gran cantidad de agentes generadores (hogares, industrias) y de depósitos minoristas, mientras que se concentra fuertemente en depósitos mayoristas y prácticamente un comprador final: la firma Gerdau, de Brasil, como la acería con mayor cuota de mercado en el país, que al igual que muchas otras compañías del sector (excepto Acerías Paz del Río), utiliza estos residuos en el 100% de sus insumos de producción (Advantis, 2013). Esta situación ocasiona que el poder de negociación sea muy alto, alterando el precio de compra de los metales recuperados a favor de estas industrias siderúrgicas.

El aprovechamiento de los residuos metálicos oscila entre el 90% y el 100% y, como ya se mencionó, las industrias transformadoras incorporan estos residuos en el 90% - 100% del total de insumos de producción (Advantis, 2013).

Para el propósito de este documento, se realizó un sondeo sobre el precio de compra de la chatarra, por un lado, mientras que de la base de datos de la Encuesta Anual Manufacturera para el año 2014 se obtuvo un precio de venta promedio de metales recuperados (hierro, cobre y aluminio), así como la información sobre varillas corrugadas de diferentes compañías del sector siderúrgico, como producto de la transformación del acero recuperado.

- **Residuos de Baterías Ácido Plomo:**

La información disponible para conocer el mercado de las baterías ácido-plomo aún tiene limitaciones. Se sabe que la normatividad en torno a los procesos de disposición adecuada de este tipo de residuo peligroso es muy precisa en cuanto al acopio y tratamiento de las baterías usadas. Hoy en día prácticamente todos los puntos de venta de baterías ofrecen incentivos como los descuentos en baterías nuevas, para los clientes que lleven sus baterías usadas. Muchas de estas baterías usadas son entregadas a empresas que cuentan con licencia ambiental para su manejo (licencias otorgadas por las autoridades ambientales de cada jurisdicción), ya sea en la actividad de aprovechamiento como en la actividad de disposición final.

De allí, se logró establecer unos rangos de precios de compra de las baterías usadas, precios que dependen de la referencia de las baterías. Entre más grandes, mayor precio. Sin embargo, hubo limitaciones para discernir precios de venta de los diferentes residuos recuperados de las baterías puesto que se suele recuperar tanto plásticos como metales, pero no hay trazabilidad en cuanto a la proporción recuperable ni los precios de venta de dichos 'extractos'. La información disponible más cercana se encuentra para el mercado de baterías de segunda, que son puestas al mercado tras un proceso de recuperación. Este es, por tanto, el producto al que se le hizo sondeo de precios para esta categoría, como residuo valorizado. Los precios tanto del residuo como de la batería de segunda mano se llevaron a precios por kilogramo, estableciendo un peso promedio de las baterías de 25 Kg, con base en el trabajo de Castellanos (2011).

- **Residuos orgánicos:**

El mercado de residuos orgánicos está compuesto por generadores de diversa índole, desde grandes cultivos intensivos como la palma o la caña de azúcar, floricultivos, hasta grandes productores de residuos de alimentos como plazas de mercado, restaurantes y hoteles. Existe un modelo de autoconsumo en el sector agrícola, que consiste en la producción de compost a partir de sus propios desechos orgánicos, compost utilizado como complemento o en algunos casos sustituto de los fertilizantes químicos. El modelo de producción de compost a través de plantas procesadoras, presenta buenos márgenes de rentabilidad a partir de variables como la ubicación (proximidad a las fuentes generadoras de los residuos), y de precio: competitivo para sustituir el producto más cercano, que son los desperdicios de las granjas avícolas (Advantis, 2013).

Establecer los precios de compra del residuo y de venta de su derivado, el compost, presentó algunas limitaciones. Se hizo un sondeo de precios por kilogramo de compost en el mercado minorista para establecer el margen de venta de este producto, si bien no se pudo establecer un precio de compra por el insumo, o sea el desperdicio orgánico en diferentes fuentes. Sin embargo, los datos suministrados por Advantis (2013) son otro referente del margen operacional en este tipo de industria.

Para residuos como RCD y pilas y baterías, los cuales no cuentan con el desarrollo tecnológico suficiente para el aumento del aprovechamiento y, por ende, no tienen precios estándar de compra y venta de materiales o insumos para producción, se les asignó una calificación subjetiva del criterio, de manera conservadora, asignándole un valor de 3, por cuanto los mercados podrían tener potencial desarrollo y podría haber interés en su aprovechamiento.

En el caso de los residuos hospitalarios, medicamentos y envases de plaguicidas, estos no presentan precios de compra o venta, por cuanto no existe interés comercial de ser aprovechados, razón por la que no les fue asignada calificación del criterio.

Por último, para los residuos de las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos, si bien tanto los lodos como las grasas y aceites recuperados tienen un valor, estos no son transados como tal en un mercado, debido a que las compañías operadoras de hidrocarburos deben realizar los procesos para su aprovechamiento. En tal sentido, no habría posibilidad de que existan márgenes operativos altos y por ende no existiría interés de nuevos agentes en realizar actividades de tratamiento o aprovechamiento de estos residuos. Por lo tanto, el criterio para este residuo fue calificado con el valor más bajo.

- **Envases de plaguicidas**

Como se mencionó en otros criterios, existe una normativa aplicada al manejo de los envases vacíos de plaguicidas en el país. Sin embargo, no propende por generar un mercado en torno a la recuperación de los envases para su aprovechamiento en esta u otras cadenas productivas. El acopio de estos residuos está a cargo de los productores (agropecuarios), quienes deben hacer un triple lavado a los envases y luego allegarlo a la empresa productora o distribuidora correspondiente.

La gestión post-consumo está a cargo de la Corporación Campo Limpio, creada de forma voluntaria por veinte empresas de agroquímicos afiliadas a la Cámara Procultivos de la ANDI. Esta corporación hace un manejo adecuado a los envases, pero no da ningún incentivo ni pago en dinero o especie por este manejo. Únicamente se encarga de dar un certificado de devolución de envases a los productores, certificado que soporta el manejo ambiental adecuado en las unidades agropecuarias, facilitando procesos de certificación en buenas prácticas agrícolas, ISO, certificados para exportar y el acceso a mercados (Corporación Campo Limpio, s.f.). Actualmente solo un 2.17% de los envases recolectados son aprovechados en el país. Hay otros gestores para PQUA como: Bioentorno, Recolecta. Para el caso de los plaguicidas de uso doméstico está: Cierra el Ciclo / ANDI

En algunos países como Canadá, el aprovechamiento de este tipo de envases se da en la trituración del plástico y posterior disposición del plástico granulado (pellets) para la fabricación de bardas agrícolas, postes de protección de carreteras, o para energía. En Alemania, la organización PAMIRA recolecta los envases y empaques debidamente enjuagados para triturarlos y transportarlos a plantas que los preparan ya sea para la disposición final, como para la recuperación térmica en hornos cementeros, o para su conversión en metanol. En Estados Unidos, además, contratistas del Agricultural Container Recycling Council (ACRC) trituran los envases plásticos recolectados y los convierten en copos (pellets), que se envían a recicladores aprobados para producir conductos para desagües, postes para plataformas marinas, etc. (Valencia, Ramírez & Jaramillo, 2014).

De lo anterior se puede observar que, aunque actualmente no haya un mercado para el aprovechamiento de este tipo de residuos en Colombia, existen tecnologías y empresas en otros lugares del mundo, donde efectivamente hay una recuperación de los plásticos y otros materiales de este tipo de envases y empaques, para ponerlos nuevamente en circulación como productos transformados. Además, es claro que el residuo, al tener un precio \$0 por su recolección, presentará un margen operacional del 100% como residuo transformado, por lo cual este mercado tiene un enorme potencial de desarrollo en el país si se emplean las tecnologías adecuadas para su tratamiento, y si se dan los incentivos adecuados para la demanda del insumo generado.

- **Residuos de hidrocarburos**

El mercado de residuos de hidrocarburos en el país obedece principalmente a procesos inter industriales, en especial las que pertenecen al sector petrolero. Por ejemplo, existe el Fondo Nacional de Aceites Usados (FAU), adscrito a la Asociación Colombiana del Petróleo, institución que surgió como iniciativa voluntaria de las seis compañías más grandes en la producción de lubricantes: Exxonmobil, Chevron, Terpel, Petrobras, Shell y Biomax, para promover e incentivar esquemas organizados de autogestión empresarial con altos estándares ambientales para el aprovechamiento y disposición del aceite usado (Asociación Colombiana del Petróleo, s.f.).

En la cadena de gestión de este tipo de residuo se encuentran los generadores, los transportadores (movilizadores) y los gestores (procesadores). El FAU avala a diferentes empresas encargadas ya sea del transporte como del procesamiento de estos aceites, de tal manera que el residuo pueda ser tratado y utilizado como un combustible de uso industrial de acuerdo a los usos permitidos en la Resolución 1446 de 2005 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

Entendiendo que efectivamente en el país hay un aprovechamiento de los residuos de hidrocarburos, además que hay una oferta y una demanda consolidadas, la formación de los precios en este mercado se da en una estructura de pocos oferentes y relativamente pocos demandantes, teniendo en cuenta que aún persiste cierta resistencia al uso de este insumo regenerado por el temor a la pérdida de productividad de las maquinarias.

Aunque es significativa la reserva de las industrias que se encargan del tratamiento de este tipo de residuos para revelar precios, la misma estructura del mercado permite inferir que el margen operacional (aquí definido) puede estar en un orden del 80%-90%: amplio número de empresas licenciadas por las CAR para la gestión de los aceites usados tanto para la recolección y transporte como para el procesamiento, y por supuesto una importante generación del residuo a cargo de empresas petroleras y de otras industrias que utilizan grandes cantidades de aceites lubricantes en sus procesos productivos.

- **Residuos de construcción y demolición**

Este tipo de residuo en el país no tiene cifras concretas de valorización en un mercado específico. Se sabe que hay procesos de autoconsumo, por ejemplo en el caso de la reutilización de escombros de concreto demolido y reciclado en nuevos agregados, construcciones de carreteras, rellenos de presas, etc., usos para los cuales no existe como tal un sistema de precios. Actualmente, las autoridades distritales se encargan de la recolección y transporte de este residuo, servicio por el cual cobran una

pequeña tarifa a los generadores (domésticos, especialmente). Sin embargo, su destino no es la valorización sino la disposición final.

No obstante, existen experiencias exitosas de co-procesamiento para la producción de cementos, con materias primas alternativas como sedimentos, hollín y polvo, yeso, piedra caliza de residuo, y otros materiales que contienen silicio, aluminio y calcio, entre otros (HOLCIM, 2003). De allí que el mercado potencial para la valorización de este tipo de residuos es notable si se considera un producto como el cemento (resultante del co-procesamiento). Hay importantes conductores de demanda de cemento gracias a las políticas de promoción de vivienda y el permanente estímulo a la infraestructura vial para mejorar la conectividad del territorio nacional, entre otros proyectos significativos de este sector. Sin embargo, un detractor de este mercado es la constante desconfianza de los ingenieros para el uso de este tipo de cemento por la incertidumbre sobre sus propiedades químicas.

- **Residuos hospitalarios**

El mercado de residuos hospitalarios en el país es prácticamente inexistente. Las empresas que poseen licencia de manejo de este tipo de Respel en las diferentes secretarías de ambiente distritales y corporaciones autónomas regionales, ostentan esta licencia ya sea para el adecuado transporte y disposición final, pero no existen cifras con respecto a su valorización en la producción de insumos para otras industrias.

Existe información acerca del uso de ciertos residuos hospitalarios como los solventes, de los cuales se recuperan ciertos químicos para otras industrias (similares a los residuos de industrias fotográficas), pero se desconoce la formación de precios de mercado en este proceso de valorización. De allí que si se contempla un escenario de mejor gestión en la fuente y la adquisición de tecnologías adecuadas, el aprovechamiento de ciertos residuos hospitalarios puede convertirse en un mercado atractivo en el país dados los grandes volúmenes de generación de este tipo de residuos.

- **Pilas y baterías**

Similar al anterior grupo de residuos, no existe un mercado destinado al aprovechamiento de este tipo de residuos en el país. Los programas de recolección de pilas y baterías propenden por una adecuada gestión para la disposición final en celdas de seguridad, pero no existen señales de mercado para recuperar sus componentes e introducirlos nuevamente a los procesos industriales. En este criterio, se les asigna la calificación más baja no por el margen operativo, sino debido a la inexistencia de dicho mercado.

- **Medicamentos**

El caso de este tipo de residuos es similar al de pilas y baterías: no existe un mercado destinado al aprovechamiento de este tipo de residuos en el país. Los programas de recolección de medicamentos propenden por una adecuada gestión para su disposición final, más no para recuperar sus componentes e introducirlos nuevamente a los procesos industriales. Teniendo en cuenta esta situación, se les asigna la calificación más baja no por el margen operativo, sino debido a la inexistencia de un mercado de aprovechamiento.

Margen operacional de los diferentes grupos de residuos:

De todo lo anterior, es claro que las cifras presentadas a continuación (*Tabla 68*) deben ser entendidas como precios aproximados y de carácter exploratorio, por cuanto no se trata de un análisis de mercado (que no es alcance del presente estudio). Por ejemplo, los precios de compra de los residuos fueron consultados principalmente en algunas empresas recicladoras minoristas, pero para un análisis más detallado se debe establecer los márgenes más claramente entre empresas minoristas y mayoristas, siendo estas últimas las que conectan directamente con las industrias encargadas del aprovechamiento de los residuos. Por su parte, el precio de venta fue obtenido, como ya se mencionó, a partir de la información correspondiente a algunos productos representativos en el mercado (Ver Anexo 3).

Tabla 68. Promedio precio de compra, precio de venta y margen operacional por Kg para grupos de RS seleccionados

Tipo de RS	Promedio precio de compra RS (/Kg)	Promedio precio de venta RS transformado (/Kg)	Margen operacional (/Kg)
Llantas	\$0	\$683	100.0%
Envases y empaques plásticos	\$698	\$2,803	75.1%
Envases y empaques de vidrio	\$147	\$92,424	99.8%
RAEES / Acero	\$358	\$1,760	79.7%
RAEES / Hierro	\$358	\$714	49.9%
RAEES / Cobre	\$358	\$9,248	96.1%
RAEES / Aluminio	\$358	\$1,623	78.0%
BATERÍAS ÁCIDO-PLOMO	\$1,266	\$5,749	78.0%
ORGÁNICOS	\$0	\$6,325	100.0%

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que en el caso de los residuos de llantas, orgánicos y vidrio se encuentran los mercados con las señales de precios más claras: los márgenes operacionales pueden tender hacia el 100%, lo que significa que estas industrias podrían obtener rentabilidades más altas (antes de gastos e impuestos) sobre sus insumos de producción, teniendo en cuenta que en diferentes ciudades del país, especialmente en Bogotá, existen incentivos por parte de las autoridades distritales para recibir a costo \$0 los insumos de producción, o sea los residuos. Por su parte, las industrias de recuperación de plástico, RAEE y baterías ácido-plomo, si bien tienen altos márgenes de rentabilidad operacional, muestran signos de un mercado más competido, por la presencia de mayor número de agentes encargados del tratamiento y aprovechamiento de los residuos.

De acuerdo con el análisis de Advantis (2013), los mayores márgenes son capturados por agentes intermediarios cercanos a las industrias que demandan los residuos para su transformación. Se puede observar en la *Tabla 69* que existen claras brechas entre el precio que paga la industria y los precios que se pagan a centros de acopio minoristas (o a los recicladores en general). Si bien en algunos casos los depósitos mayoristas añaden algo de valor al residuo, también se puede atribuir esta brecha al poder de negociación que alcanzan con algunas industrias, y a la formación oligopólica dadas algunas barreras de entrada como las altas sumas de capital de trabajo necesarias para la puesta en operación en ese eslabón de la cadena.

Tabla 69. Precios nacionales de algunos grupos de residuos en la cadena de suministro, precios aproximados de 2010-2012, y margen operacional

Material	Collector Center (Pesos/Kg)		Warehouses (Pesos/Kg)		Gross margin
					Industry (Pesos/Kg)
Plástico - película	300	100 -130%	600 -700	140 -200%	1700 - 1800
Rigid Plastic	400 -500	20 -100%	600 - 800	100 -200%	1600 -1800
PET	400-500	40 -80%	700 - 900	50 -200%	1500 -1800
Glass	30-80	50 -220%	120 - 160	25 -80%	200 - 220
Cardboard	80 - 150		NA		210 - 260
Paper (file)	360 - 370		NA		360 -620
'Chatarra'	200 - 300	10%	220-280	80%	400 - 430

Fuente: Advantis (2013)

Lo que se deduce de los resultados expuestos es que algunos de los mercados de residuos tienen un alto potencial de crecimiento si se estimula adecuadamente la demanda (disponibilidad y acceso a tecnologías), teniendo en cuenta los precios más bajos de los residuos y también los altos márgenes de operación. Adicionalmente, se observa que en ciertos eslabones de la cadena se están captando mayores márgenes, que en realidad se deben más a condiciones de negociación de precios que a un valor efectivamente añadido al residuo. Se debe, así mismo, prestar especial atención a los intermediarios mayoristas, quienes capturan un margen importante y no lo distribuyen adecuadamente a los recicladores y depósitos minoristas.

De acuerdo a los soportes de información presentados, donde se establecen los soportes de los porcentajes de recuperación de los residuos, la calificación del criterio se realizó como se presenta en la Tabla 70.

Tabla 70. Calificación del criterio de nivel de comercialización o recuperación para cada grupo de residuos.

Subgrupo	Índice de Margen Operacional	Calificación del criterio
Orgánicos	100%	5
RCD	70% - 80%	3
RAEE	75,9%	3
Hidrocarburos	80% - 90%	4
Hospitalarios	< 50%	3
Llantas	100%	5
Envases y empaques	87,4%	4
Reciclable	87,4%	4
Medicamentos	No hay mercado	1
Pilas y Baterías	No hay mercado	3
Baterías acido plomo (BAP)	78%	3
Envases de plaguicidas	>90%	5

Fuente: Presente estudio

8.1.5. Criterio de dificultades en la gestión

Basado en las problemáticas asociadas a la gestión de residuos, identificadas en el numeral 2, se considera importante establecer el criterio denominado dificultad en la gestión, el cual tiene como objetivo valorar aquellos residuos que presentan mayores limitantes en los procesos de gestión, entendido como la insuficiencia de instrumentos de gestión aplicados para el logro de los objetivos de política. Para la valoración de este criterio se tomaron en cuenta dos factores fundamentales: a) la falta de información oficial actualizada acerca de los datos de generación y manejo de residuos, y b) las problemáticas en gestión asociadas a cada tipo de residuo.

Al igual que los otros criterios establecidos, la calificación del criterio dificultad en la gestión está dada en un rango de uno a cinco, siendo cinco la calificación más alta para aquel tipo de residuo de mayores problemáticas asociadas y con menor nivel de desarrollo en su proceso de gestión y limitantes en la información oficial. La calificación de uno se da para aquellos residuos que por el contrario presentan menores debilidades en sus procesos de gestión, cuentan con información actualizada y suficiente y las problemáticas asociadas son menores. La calificación o valoración de este criterio se justifica con el análisis de cada uno de los procesos de gestión identificados por cada grupo de residuos, y que se presentó en el numeral 4 de este documento. En la *Tabla 71* se presentan los rangos establecidos para la calificación del criterio Dificultad en la gestión.

Tabla 71. Rangos de calificación para el criterio Dificultad en la Gestión

Criterio	Rango de calificación					Se prioriza
	1	2	3	4	5	
Valoración Cualitativa	Dificultad baja	Dificultad moderada baja	Dificultad media	Dificultad alta	Dificultad muy alta	
Problemáticas en la gestión	De las dificultades en la gestión identificadas presenta menos del 20%	De las dificultades en la gestión identificadas presenta entre el 20% y el 40%	De las dificultades en la gestión identificadas presenta entre el 40% y el 60%	De las dificultades en la gestión identificadas presenta entre el 60% y el 80%	De las dificultades en la gestión identificadas presenta entre el 80% y el 100%	Mayores dificultades
Disponibilidad de información	La información disponible es mayor al 80%	La información disponible está entre el 60% y el 80%	La información disponible está entre el 40% y el 60%	La información disponible está entre el 20% y el 40%	La información disponible es menor al 20%	Menor información disponible

Fuente: Presente estudio

Considerando la información del numeral 4, donde se presenta la información de los procesos de gestión por cada subgrupo de residuos y la información del numeral 2.1 y el numeral 4, donde se establece y detalla la relación de problemáticas en la gestión por cada sub grupo de residuos, la calificación del criterio se realizó como se presenta en la *Tabla 72*.

Tabla 72. Calificación del criterio de Dificultades en la Gestión para cada subgrupo de residuos

Grupos de residuos	Sub grupos de residuos considerados	Información disponible		Problemáticas asociadas		Promedio del rango de calificación del criterio
		% de información disponible	Rango de calificación del criterio	Valoración por número de problemáticas presentes	Rango de calificación del criterio	
RSU	Orgánicos	40 – 60	3	>12	5	4
	Reciclable	20 – 40	4	>12	5	4,5
RE	RCD	20 - 40	4	>12	5	4,5
RESPEL	Hospitalarios	60 – 80	2	9-12	4	3
	Hidrocarburos	60 – 80	2	9-12	4	3
RP	Llantas	< 20	5	>12	5	5
	BAPU	20 – 40	4	>12	5	4,5
	Pilas	20 – 40	4	>12	5	4,5
	RAEES	20 – 40	4	>12	5	4,5
	E&E	< 20	5	>12	5	5
	Envases de plaguicidas	< 20	5	>12	5	5
	Medicamentos	< 20	5	>12	5	5

Fuente: Presente estudio a partir de UNAL-MADS (2013); SGCT – SDMA (2015); y Arrieta (2016)

De acuerdo a los resultados obtenidos en la *Tabla 72*, el primer factor calificado fue el de disponibilidad de información en el cual se tomó en cuenta el porcentaje aproximado de información oficial disponible sobre procesos de gestión por cada tipo de residuo y se calificó según el rango establecido para el criterio, de esta manera, los residuos con los porcentajes más alto de disponibilidad de información obtuvieron una calificación baja y los residuos de menor porcentaje de información oficial disponible presentaron las calificaciones más altas, igualmente aquellos residuos que carecen de información total obtuvieron la máxima puntuación.

El segundo factor, relacionado con las problemáticas de gestión presentes en cada tipo de residuo, se evaluó considerando el número de problemáticas presentes o asociadas a cada residuo, para esto se tomó el número total de problemáticas priorizadas (15) y se repartieron en el rango de calificación del criterio, así los residuos con mayor número de problemáticas asociadas obtienen la calificación más alta. Por último para obtener el valor final de la calificación del criterio de Dificultades de la gestión, se promedió los resultados de los dos factores considerados, tal como se expresa en la ecuación 1.

$$Dg = \frac{Id + Pa}{2}$$

Donde,

- Dg: Dificultad de la gestión
- Id: es el porcentaje de información disponible
- Pa: son las problemáticas asociadas

Con los datos obtenidos se puede concluir que los residuos que presentan mayor dificultad en la gestión son los pertenecientes al grupo de residuos posconsumo, específicamente las llantas, los envases y empaques, los medicamentos y los envases de plaguicidas.

8.1.6. Criterio de Evaluación Ambiental

El criterio de evaluación ambiental está enfocado en la jerarquización de los grupos de residuos en función del número de impactos ambientales asociados a cada uno de estos, permitiendo identificar cuáles de estos grupos presentan, de acuerdo a las referencias bibliográficas, mayor potencial de afectación a los factores ambientales analizados. El ejercicio de implementación de este criterio obedece en esta etapa únicamente a la identificación y relacionamiento de los impactos ambientales, sirviendo de antesala a la evaluación ambiental de los aspectos ambientales, que se desarrollará a profundidad en la etapa 4, para los grupos de residuos que resulten de la priorización.

8.1.6.1. Análisis de los impactos

En total se identificaron 200 impactos ambientales, distribuidos en 12 componentes, para los 4 tipos de residuos (Ver listado de impactos Anexo4). Los resultados se presentan en la *Tabla 73*. El medio con el que se relaciona el mayor número de impactos (97) es el físico, correspondiente al 49%. Esto representa una importante participación teniendo en cuenta que son tres los medios evaluados. Con un 37%, sigue el medio social para el que se identificaron 74 impactos, y finalmente se encuentra el medio biótico con el 15% (29 impactos).

Tabla 73. Resumen de los impactos

Medio	Componente ambiental	N° de impactos identificados	% de impactos
Físico	<i>Agua</i>	43	21,5%
Físico	<i>Atmósfera</i>	29	14,5%
Físico	<i>Geoforma</i>	3	1,5%
Físico	<i>Paisaje</i>	1	0,5%
Físico	<i>Suelo</i>	21	10,5%
Biótico	<i>Fauna</i>	21	10,5%
Biótico	<i>Flora</i>	8	4,0%
Social	<i>Comunidad</i>	49	24,5%
Social	<i>Cultura</i>	1	0,5%
Social	<i>Economía</i>	10	5,0%
Social	<i>Infraestructura</i>	12	6,0%
Social	<i>Institucionalidad</i>	2	1,0%
Total		200	100,0%

Fuente: Presente estudio.

- **Análisis por componente ambiental:**

La mayoría de los impactos (81.5%) se identificaron dentro de los componentes ambientales de comunidad, agua, atmósfera, suelo y fauna (*Figura 24*).

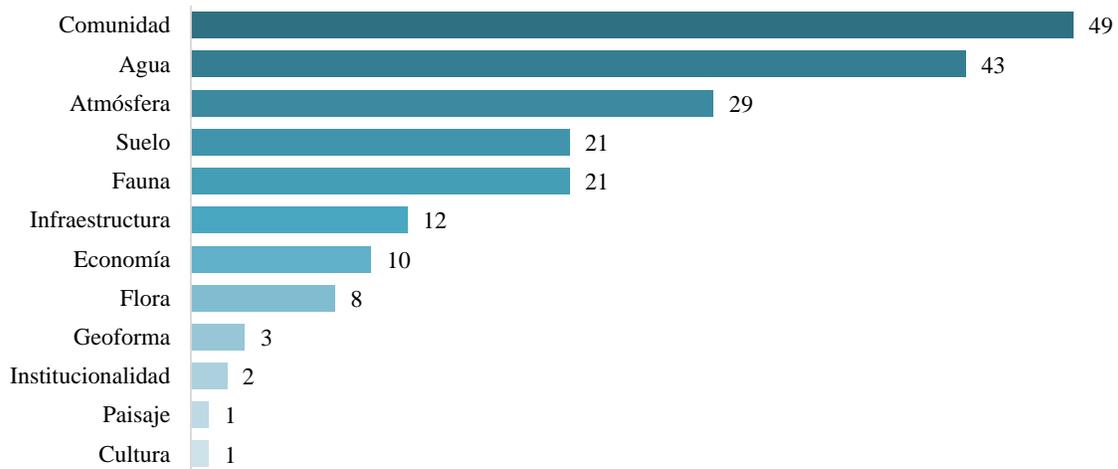


Figura 24. Número de impactos identificados por componente. Fuente: Presente estudio.

Los impactos a la comunidad se asocian principalmente a afectaciones negativas sobre la salud de la población (76%), que van desde afecciones leves como dolores de cabeza y náuseas, hasta enfermedades graves que pueden llegar a ocasionar la muerte. Seguidamente, se encuentran los impactos asociados al bienestar social (20%), los cuales en su mayoría se pueden catalogar como negativos, ya que van en detrimento de las condiciones de vida de la población.

No obstante, también se identificaron impactos positivos, como la conversión de áreas de escaso valor en áreas de aprovechamiento comunitario, asociado a proyectos de recuperación de materiales. Los dos impactos restantes sobre el componente social están relacionados con la ocupación del territorio y la emigración de la población.

Respecto al agua, el 84% de los impactos están relacionados con el cambio de características físicas y químicas que afectan su calidad, debido a la presencia de diferentes tipos de agentes contaminantes, como por ejemplo metales pesados, compuestos orgánicos, residuos de medicamentos, partículas de escombros, entre otros; estos pueden llegar a las fuentes hídricas superficiales o subterráneas, principalmente por exposición directa a los residuos o por procesos de lixiviación.

Es importante destacar que muchos de estos contaminantes pueden llegar a tener efectos tóxicos sobre los diferentes organismos que entran en contacto con el agua, y consecuentemente sobre la cadena trófica. Aunque el efecto sobre éstos dependerá de la concentración del agente contaminante y el tiempo de exposición, es muy difícil predecir el riesgo real, teniendo en cuenta todas las variables que interactúan en el ambiente; por lo anterior las medidas de manejo para estos impactos deben tener un enfoque más preventivo, que de remediación o compensación. Los impactos restantes se relacionan con el cambio en la oferta del recurso para diferentes usos, el cambio en los patrones de drenaje y del régimen hidrológico.

El 93% de los impactos sobre la atmósfera se asocian a cambios en la calidad del aire, los cuales se presentan principalmente por emisiones derivadas de procesos de combustión, generados en las fases de transporte y de tratamiento de residuos; en relación a este último, en algunos casos los impactos

pueden ser resultados de tratamientos como la incineración, o de manejos inadecuados como la quema a cielo abierto. Es pertinente aclarar que la incineración se puede considerar como un método adecuado, siempre y cuando cumpla con las condiciones técnicas necesarias que garanticen el máximo de reducción de emisiones contaminantes. Por otra parte, se encuentran los cambios en la calidad del aire que no están asociadas a quema de combustibles, como el incremento de las concentraciones de metano, resultado principalmente de procesos de biodegradación de materia orgánica.

El 7% restante corresponde al ruido, que se presenta de manera generalizada para todos los residuos y puede llegar a tener afectaciones sobre la comunidad, dependiendo de su intensidad y frecuencia; y a la disminución del potencial de cambio climático. Este último se puede considerar un impacto positivo, ya que se refiere a la reducción de gases de efecto invernadero, debido al remplazo de materiales vírgenes por materiales recuperados. Es importante resaltar que de manera agregada, la gestión de los residuos sólidos aporta a la emisión de algunos gases relacionados con el cambio climático, como el metano y el dióxido de carbono.

En relación al suelo, el 43% de los impactos se relacionan con afectaciones sobre la fertilidad y el 38% con cambios en su calidad. Lo anterior se puede asociar principalmente a la presencia de agentes contaminantes como metales pesados y compuestos orgánicos sintéticos, y a la disminución o pérdida de propiedades y componentes del suelo, como por ejemplo de la capacidad de intercambio catiónico y del humus vegetal. Un 14% se relaciona con la disminución de suelo disponible para su uso en urbanización o en otras actividades económicas, debido a las extensas áreas necesarias para la disposición de algunos tipos de residuos (generalmente ordinarios en rellenos sanitarios, y RCD en escombreras).

Un 76% de los impactos sobre la fauna están relacionados con cambios en las poblaciones de animales, donde se incluyen: i) las alteraciones del desarrollo y la salud de las especies, como por ejemplo la feminización de peces, o afectaciones al sistema reproductivo y respiratorio; y ii) la disminución o pérdida de individuos de especies animales, ya sea por causas de la bioacumulación de sustancias tóxicas en sus organismos, por efectos en las tasas de reproducción o debido a la muerte por agentes contaminantes. Esta última se puede dar por la naturaleza tóxica de las sustancias que pueden provocar envenenamiento, o por sus características físicas que ocasionan asfixia por atascamiento o ingestión, como es el ejemplo de los residuos plásticos en la fauna de ecosistemas acuáticos.

- **Análisis por tipo de residuo.**

El grupo de residuos ordinarios fue sobre el que más impactos se identificaron (48%), seguido por los residuos pos-consumo (20,7%), los peligrosos (18,2%) y finalmente los especiales o RCD (13.1%) (*Figura 25*).

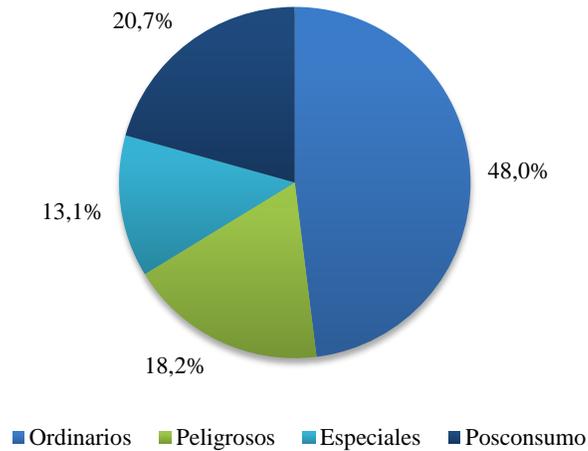


Figura 25. Distribución relativa de los impactos por tipo de residuo. Fuente: presente estudio.

De acuerdo con la revisión, es posible afirmar que debido a la falta de una separación efectiva de los residuos desde la fuente de generación, llegan a los sitios de disposición final todo tipo de residuos, lo cual hace que el grupo de ordinarios presente un mayor número de impactos. Por esta misma causa, los volúmenes que suelen considerarse como ordinarios pueden estar sobredimensionados.

En cuanto al número de impactos identificados, los residuos posconsumo y peligrosos se encuentran en segundo y tercer lugar, respectivamente; y representan el 38,9% entre los dos grupos. Esto se debe en gran medida a la naturaleza de peligrosidad del residuo o de algunos componentes de los posconsumo, más que a las cantidades generadas.

En la Figura 26 se muestra la distribución de los impactos ambientales identificados para cada tipo de residuo, por componente ambiental.

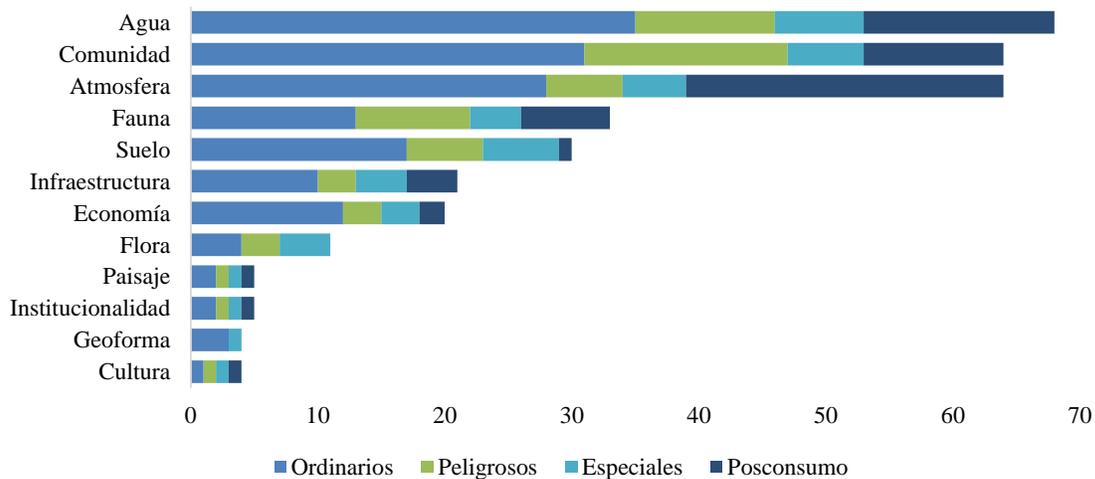


Figura 26. Distribución de los impactos por componente y tipo de residuo. Fuente: presente estudio.

Se destacan los impactos derivados de la gestión de los residuos ordinarios, sobre la mayoría de componentes ambientales debido a la falta de separación. Por lo anterior, las implicaciones sobre el ambiente que pueden tener los lixiviados, los gases y los residuos mismos, pueden ser más críticas de lo que serían si solo se dispusieran residuos ordinarios. Además, es importante aclarar que dentro de estos impactos se tienen en cuenta los generados por métodos inadecuados de disposición, como la quema, y los botaderos a cielo abierto o en fuentes hídricas.

En general, la disposición de los residuos ordinarios se hace en rellenos sanitarios, los cuales se diseñan técnicamente y operan con condiciones específicas para este grupo; por esto, la disposición indiscriminada de varios tipos de residuos representa un mayor potencial de generación de impactos para los cuales no se planificaron las medidas de manejo adecuadas.

De otro lado, los rellenos sanitarios y vertederos presentan impactos ambientales de carácter social, ya que afectan de manera directa y principalmente a la comunidad aledaña a este, ya sea por la contaminación que logra impactar la salud o los recursos de los que hacen uso; por las implicaciones de tipo económico como la desvalorización de viviendas o cambios en sus actividades productivas; o por la baja calidad de vida y el rechazo social del que son objeto, por habitar en sus cercanías o realizar actividades relacionadas con el manejo de los residuos.

Se destaca la importancia de los residuos posconsumo en los impactos sobre la atmósfera. Debido principalmente a las emisiones derivadas de la quema de llantas, las cuales presentan una cantidad importante de impactos, que no solo implican incrementos de los gases típicos de combustión, sino la presencia de sustancias tóxicas, como hidrocarburos aromáticos policíclicos, orgánicos volátiles, dioxinas y furanos, entre otros.

Es importante resaltar la importancia de buscar mecanismos en la gestión de residuos, principalmente en las fases de generación y de recolección, que se enfoquen en la reducción y en la separación en la fuente, ya que se evidencia una grave potencialización de los impactos generados en el tratamiento y disposición, debido a las contaminaciones cruzadas por las mezclas de los diferentes tipos de residuos.

Lo anterior ocasiona, por ejemplo, que una gran cantidad de residuos no peligrosos, que podrían ser aprovechables o dispuestos con un mínimo impacto, adquieran características de peligrosidad debido a su contaminación por la ausencia o una inadecuada separación.

8.1.6.2. Priorización de residuos por impacto ambiental

Para priorizar las corrientes de residuos, se aplicó como criterio la frecuencia relativa de identificación de los impactos ambientales, considerando la posibilidad de ocurrencia de los 200 impactos reportados. Para esto se construyó una matriz de doble entrada, en la que en las filas se incluyeron los impactos y en las columnas los residuos (*Tabla 74*).

Tabla 74. Matriz de priorización de corrientes, por impacto ambiental

N°	Componente	Factor	Impacto Ambiental	Orgánicos	Reciclables	Peligroso	Grasa y aceites	Hidrocarburos	Hospitalarios	RCD	Baterías ácido plomo	Envases y empaques	Envases de plaguicidas	Llantas	Medicamentos	Pilas y Baterías	RAEES
1																	
2																	
3																	
...																	
198																	
199																	
200																	
	Total																

Fuente: presente estudio

Dicha matriz fue calificada con uno (1), cuando existe la posibilidad de que ocurra un impacto negativo o este ya haya sido reportado; con menos uno (-1), cuando existe la posibilidad de que ocurra un impacto positivo o este ya ha sido reportado; y con cero (0) si el resultado no se ha reportado o la posibilidad de que ocurra es muy baja.

Posterior a la calificación se procedió a sumar las columnas de la matriz de priorización para determinar la frecuencia relativa de los impactos. Empleando la siguiente ecuación:

$$Frecuencia\ relativa = \frac{\sum \text{impactos identificados para el residuo}}{N^{\circ} \text{ Total de impactos identificados}}$$

Lo anterior se realizó con el propósito de subsanar aquellos casos en los que se conoce que un impacto se puede presentar para un tipo de residuo, pero no se encontró documentada esta relación; y para evitar que impactos positivos incrementarán la frecuencia relativa.

Una vez obtenidos los resultados (Tabla 75), se procedió a analizar los valores mínimos y máximos de frecuencia (Tabla 76), con el fin de distribuir el rango en 5 clases y asignar a cada clase una calificación del 1 al 5 (Tabla 77). El resultado final de la priorización se muestra en la Fuente: presente estudio.

Tabla 78.

Tabla 75. Resumen de la evaluación ambiental

Tipo de residuo	N° de impactos	Frecuencia relativa (%)
Envases y empaques	54	27,0%
RCD	51	25,5%
Reciclables	49	24,5%

Tipo de residuo	N° de impactos	Frecuencia relativa (%)
Llantas	49	24,5%
Orgánicos	45	22,5%
Envases de plaguicidas	42	21,0%
RAEES	42	21,0%
Hospitalarios	37	18,5%
Pilas y baterías	33	16,5%
Hidrocarburos	32	16,0%
Medicamentos	30	15,0%
Grasa y aceites	29	14,5%
Baterías acido plomo	27	13,5%

Fuente: presente estudio.

Tabla 76. Caracterización de los resultados

Estadístico	Valor
Valor máximo	27,0%
Valor mínimo	13,5%
Rango (Máximo – Mínimo)	13,5%
Rango de clase (Rango / 5)	2,7%

Fuente: presente estudio.

Tabla 77. Rangos de calificación

Calificación	Valor mínimo	Valor Máximo
1	13,5%	16,2%
2	16,2%	18,9%
3	18,9%	21,6%
4	21,6%	24,3%
5	24,3%	27,0%

Fuente: presente estudio.

Tabla 78. Resultado final de la evaluación

Tipo de residuo	Frecuencia relativa (%)	Calificación
Envases y empaques	27,0%	5
RCD	25,5%	5
Reciclables	24,5%	5
Llantas	24,5%	5
Orgánicos	22,5%	4

Tipo de residuo	Frecuencia relativa (%)	Calificación
Envases de plaguicidas	21,0%	3
RAEES	21,0%	3
Hospitalarios	18,5%	2
Pilas y baterías	16,5%	2
Hidrocarburos	16,0%	1
Medicamentos	15,0%	1
Grasa y aceites	14,5%	1
Baterías acido plomo	13,5%	1

Fuente: presente estudio.

Para resumir el resultado de la identificación de impactos ambientales y la priorización de los residuos se elaboró un diagrama de redes, en el que se muestra la relación entre los mismos (*Figura 27*). El tamaño de los nodos representa el número de relaciones, mientras que el color representa la calificación asignada.

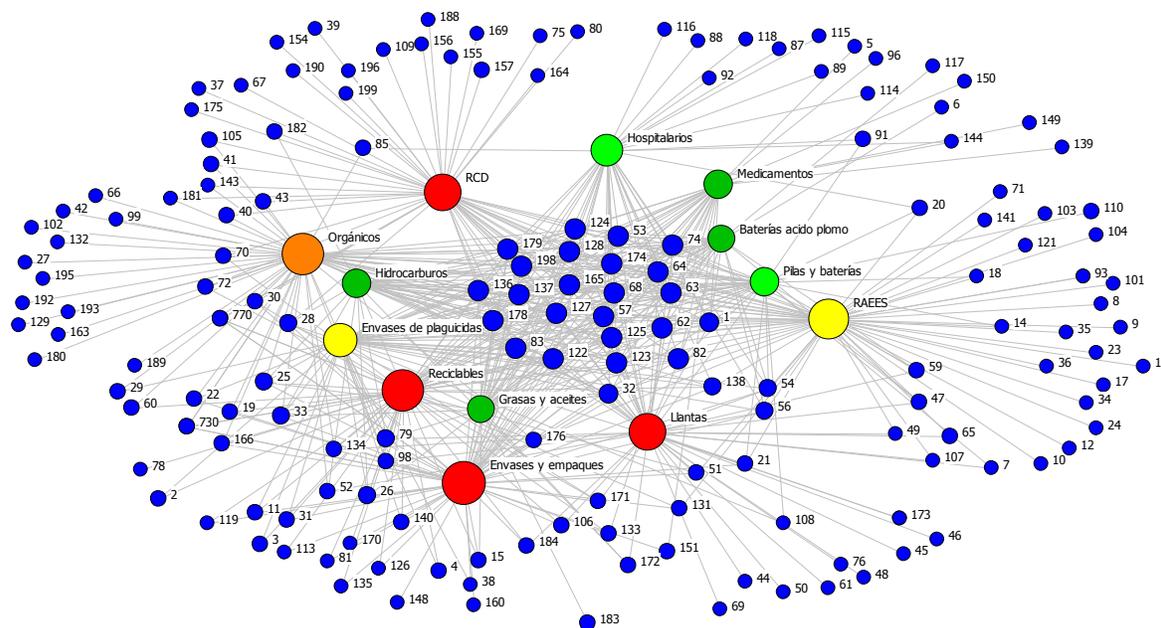


Figura 27. Diagrama de redes de residuos-impactos. Fuente: presente estudio²⁹.

8.2. SUBGRUPOS DE RESIDUOS PRIORIZADOS

Para el establecimiento de los grupos de residuos que se priorizarán para la formulación de instrumentos económicos, que promuevan la internalización de los costos ambientales y sanitarios

²⁹ Rojo = 5; Naranja = 4; Amarillo = 3; Verde claro = 2; Verde Oscuro = 1

asociados a la gestión realizada, se planteó la necesidad de ponderar dos categorías generales de criterios o argumentos: por una parte los criterios técnicos que obedecen al desarrollo presentado en los numerales anteriores (peso, afectaciones a la salud, nivel de aprovechamiento, potencial de mercado, dificultades en la gestión y evaluación ambiental) y para los cuales se decidió que tuvieran un peso del 70% en la elección de los grupos de residuos; y por otra parte, un criterio técnico o institucional, que está determinado por las estrategias y prioridades políticas nacionales frente a la atención de los vacíos en la gestión de los residuos y en los grupos de residuos mismos. Para este criterio institucional, le fue asignado un peso del 30% en la elección.

De esta forma, de acuerdo a las calificaciones de los criterios técnicos realizadas para cada uno y subgrupos de residuos y los soportes presentados en los numerales anteriores, se realizó la ponderación de los criterios y la sumatoria de las evaluaciones, para obtener la jerarquización de los subgrupos de residuos. La ponderación de los criterios fue realizada por los profesionales del equipo de trabajo del IDEA, obteniéndose los valores que se señalan en la *Tabla 79*.

Tabla 79. Ponderación de los criterios técnicos para la jerarquización y ponderación de grupos de residuos

N°	Criterio	HG	GA	PR	FM	CC	CH	NP	IC	JT	LS	TOTAL	100%	70%
1	Peso	20	20	10	20	15	20	20	15	10	10	160	16,0%	11,2%
2	Afectaciones a la salud	25	20	25	25	20	25	25	20	20	20	225	22,5%	15,8%
3	Nivel de aprovechamiento	10	5	10	10	17	10	7	15	15	10	109	10,9%	7,6%
4	Potencial de mercado	10	5	15	10	10	10	7	5	15	10	97	9,7%	6,8%
5	Dificultades en la gestión	15	30	15	15	17	15	16	25	20	25	193	19,3%	13,5%
6	Evaluación ambiental	20	20	25	20	21	20	25	20	20	25	216	21,6%	15,1%
Total		100	1000	100,0%	70,0%									

Fuente: Presente estudio.

Paralelamente, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, así como el Ministerio de Salud y Protección Social señalaron las prioridades que en materia de política y desarrollo de la gestión estaban establecidas institucionalmente, ponderaciones que se presentan en la *Tabla 80*.

Tabla 80. Priorización institucional de los grupos de residuos analizados.

Grupo	Subgrupo	Prioridad MADS	Prioridad MSPS
Posconsumo	Envases de plaguicidas	3	5
Peligrosos	Baterías acido plomo	1	4
Posconsumo	Hospitalarios	0	3
Posconsumo	Hidrocarburos	1	2

Grupo	Subgrupo	Prioridad MADS	Prioridad MSPS
Posconsumo	Envases y empaques	5	1
Posconsumo	Llantas	4	1
Especiales	RCD	2	1
Ordinarios	Orgánicos	2	1
Ordinarios	Reciclables	3	0
Posconsumo	RAEES	3	0
Posconsumo	Pilas y Baterías	1	0
Posconsumo	Medicamentos	0	0

Fuente: presente estudio.

Una vez obtenidas las calificaciones de los criterios y los ponderadores, se obtuvieron los resultados de la jerarquización de los subgrupos de residuos que se presentan en la *Tabla 81*. Los resultados de la jerarquización de los grupos de residuos, con el objetivo de priorizar las acciones hacia la internalización de los costos ambientales y sanitarios mediante la implementación de instrumentos económicos, señalan que las llantas, los empaques y envases de bebidas y los envases de plaguicidas, son los que presentan las mayores dificultades para los criterios seleccionados, lo que los hace idóneos para la dar prioridad a las acciones de gestión en estos, sin excluir las necesidades de gestión que requieran los demás grupos de residuos.

Con base en los soportes presentados, no resulta coincidencia tener en primer lugar los residuos de llantas usadas pues este grupo presenta amplias dificultades en la gestión, que promueven las bajas tasas de aprovechamiento del residuo, razón por la que su acumulación a causa de malos procesos de disposición final generan elevados problemas ambientales. A su vez, los envases de plaguicidas presentan considerables problemas de gestión y amplias posibilidades de aumentar su aprovechamiento a través de estímulos al mercado. En cuanto a los residuos de empaques y envases de bebidas, al presentar la mayor calificación en las dificultades en la gestión, gran número de impactos ambientales asociados a su gestión, tener bajas tasas de recuperación y amplias posibilidades de dinamizar sus mercados, obtuvieron el tercer puesto correspondientemente.

En la *Tabla 81* se presentan los resultados de la jerarquización de los grupos de residuos, a partir de los cuales se desarrollarán las siguientes fases del estudio, con el fin de detallar, al interior de estos, los costos ambientales y sanitarios, las metas y la información necesaria para el diseño de instrumentos económicos.

Tabla 81. Resultados de la jerarquización y priorización de los grupos de residuos

Criterio	Peso	Afectaciones a la salud	Nivel de aprovechamiento	Potencial de mercado	Dificultades en la gestión	Evaluación ambiental	Prioridad MADS	Prioridad MS	Total
Ponderación	0,11%	0,15%	0,07%	0,06%	0,13%	0,15%	0,15%	0,15%	1

Subgrupo	Peso	Afectaciones a la salud	Nivel de aprovechamiento	Potencial de mercado	Dificultades en la gestión	Evaluación ambiental	Prioridad MADS	Prioridad MS	Total
Llantas	2	4	4	5	5	5	4	1	3,68
Envases de plaguicidas	1	3	5	5	5	3	3	5	3,63
Envases y empaques	4	1	4	4	5	5	5	1	3,51
RCD	5	3	5	3	4,5	5	2	1	3,43
Orgánicos	4	4	5	5	4	4	2	1	3,39
Reciclables	4	1	5	4	4,5	5	3	0	3,07
RAEE	3	5	1	3	4,5	3	3	0	2,92
Hospitalarios	2	5	5	3	3	2	0	3	2,75
Hidrocarburos	2	5	2	4	3	1	1	2	2,44
Pilas y Baterías	2	2	5	3	4,5	2	1	0	2,18
Baterías ácido plomo	1	1	2	3	4,5	1	1	4	2,13
Medicamentos	1	2	5	1	5	1	0	0	1,70

Fuente: Presente estudio.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Advantis (2013) Evaluation of the market potential and compost in Colombia (reporte final). Center for Clean Air Policy. Documento no publicado.
- Agencia de Cooperación Internacional del Japón, & Públicos, U. A. E. de S. (2013). Proyecto Plan Maestro Para El Manejo Integral De Residuos Sólidos.
- Alcaldía de Santiago de Cali. (2015). Evaluación Y Actualización Del Plan De Gestión Integral Santiago De Cali. Evaluación Pairs, 1, 559.
- Alcántara-Concepción, V., Gavilán-García, A., & Gavilán-García, I. C. (2016). Environmental impacts at the end of life of computers and their management alternatives in México. *Journal of Cleaner Production*, 131. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.125>
- Ali, M., & Bella, V. Di. (2016). Topic guide: Solid waste management. http://doi.org/http://dx.doi.org/10.12774/eod_tg.april2016.alimetal
- Aluna consultores Ltda. (2011). Informe condensado del Estudio Nacional de Reciclaje, 105.
- Arrieta, G. (2016). TESIS DOCTORAL MODIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA EVIAVE BAJO EL CONTEXTO TÉCNICO Y JURÍDICO DE COLOMBIA Presentada por.
- Asocars-MADS (2014) Diagnóstico de seguimiento a la implementación de la política ambiental de residuos peligrosos y la normativa de Respel por parte de las autoridades ambientales. Informe Final. Bogotá
- Asociación Colombiana del Petróleo (s.f.) Fondo de Aceites Usados – FAU. Tomado de <https://www.acp.com.co/index.php/es/combustibles-y-lubricantes/lubricantes/fondo-de-aceites-usados-fau>
- Asociación en Participación MAG CONSULTORÍA - DNV.GL. (2016). Estudio de técnicas alternativas de tratamiento, disposición final y/o aprovechamiento de Residuos Sólidos- Propuesta de ajuste al decreto 1077 de 2015.
- Asprilla, Córdoba, Zapata. (2013) Leucemia por exposición a benceno en los trabajadores de las refinerías de petróleo: Revisión de la literatura publicada hasta 2013. Universidad de Antioquia Facultad Nacional de salud pública Héctor abad Gómez, Medellín
- Bauman, Z (2006) *Vida líquida*. Paidós Ibérica. España
- Bedoya, C. (2003). El concreto reciclado con escombros como generador de hábitats urbanos sostenibles. La ciudad como ecosistema semi-cerrado, una utopía cultural. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.
- Bergen, P. J., & Appel, S. E. (2014). The after-life of drugs: A responsible care initiative for reducing their environmental impact. *Medical Journal of Australia*, 200(2), 83. <http://doi.org/10.5694/mja13.11267>
- Blanco Abril, J. andrés, & Briceño Lopez, F. G. (2005). Diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos hospitalarios y similares en el municipio de Arauca, capital. Universidad Nacional de Colombia - Sede Arauca.

- Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Freeman, L. C. (2002). Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis. Harvard, MA: Analytic Technologies. Recuperado a partir de <https://sites.google.com/site/ucinetsoftware/home>
- Boyden, A. (2014). The environmental impacts of recycling portable lithium-ion batteries. Australian National University.
- Breilh, J (2007) Epidemiología crítica. Ciencia emancipadora e interculturalidad. Lugar Editorial. 1 ed 2da reimpression. Argentina
- Brenner, G. F., Norvell, N. K., & Limacher, M. (1989). Supportive and problematic social interactions: A social network analysis. *American Journal of Community Psychology*, 17(6), 831-836. <http://doi.org/10.1007/BF00922741>
- Cali, A. de S. de. (2015). Plan De Gestión Integral De Santiago De Cali, 733.
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2006). Guía para el manejo de llantas usadas. Bogotá, D.C. Colombia.
- Candela, S., Bonvicini, L., Ranzi, A., Baldacchini, F., Broccoli, S., Cordioli, M., ... Forastiere, F. (2015). Exposure to emissions from municipal solid waste incinerators and miscarriages: A multisite study of the MONITER Project. *Environment International*, 78, 51-60. <http://doi.org/10.1016/j.envint.2014.12.008>
- Canter, L. W. (1998). *Manual de evaluación de impacto ambiental*. (McGraw-Hill, Ed.) (Segunda ed). Madrid España.
- Cardenas, J. (2007). Olores. Definición y medición del olor. Desodorización por vía seca y húmeda. Biofiltros. Técnicas combinadas (pp. 1-17). Recuperado a partir de http://www.cma.gva.es/comunes_asp/documentos/agenda/val/03. OLORES_JESUS CANDENAS.pdf
- Cardozo, A., Polania, D., & Gonzales, J. (2014). Diagnóstico ambiental de la generación y manejo de los residuos peligrosos (respel) generados por los centros de servicios especializados en el mantenimiento motociclistico de Ibagué- Tolima. Universidad del Tolima.
- Carretero Peña, A. (2007). Aspectos ambientales: identificación y evaluación. (Asociación Española de Normalización y Certificación, Ed.) (1.a ed.). book, Madrid España: AENOR.
- Castaño, J. O., Rodríguez, R. M., Lasso, L. A., Cabrera, A. G., & Ocampo, M. S. (2013). Gestión de residuos de construcción y demolición (RCD) en Bogotá : perspectivas y limitantes, 38(38), 121–129. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v17n38/v17n38a10.pdf>
- Castellanos, C. (2011) Diseño del plan de gestión de devolución de productos posconsumo de baterías usadas plomo-ácido para la empresa Baterías FAICO Ltda. Especialización en química ambiental. Universidad Industrial de Santander. Consultada el 20 de septiembre de 2016 en <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7102/2/141038.pdf>
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 62(12), 2588-2597. <http://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>
- Colfecar. (2014). Reciclaje de llantas: Maximizar su vida útil y desecharlas correctamente, 1, 12.

- Collins, K. J., Jensen, A. C., Mallinson, J. J., Roenelle, V., & Smith, I. P. (2002). Environmental impact assessment of a scrap tyre artificial reef. *ICES Journal of Marine Science*, 59, S243–S249. <http://doi.org/10.1006/jmsc.2002.1297>
- Conesa, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del Impacto Ambiental* (4a ed.). Madrid España: Mundi-Prensa Libros.
- Contraloría de Bogotá D.C. (2016). *Evaluación de la Implementación del programa Basura Cero en Bogotá - Plan Anual de Estudios PAE 2016*. Bogotá, D.C. Colombia.
- Corporación Autónoma Regional de Risaralda - CARDER; Universidad Tecnológica de Pereira; Centro Regional de Producción más Limpia Eje Cafetero. (2011). *Gestión Posconsumo de Residuos Peligrosos. Pilas, Baterías y llantas*. Pereira, Risaralda.
- Corporación Campo Limpio (s.f.) *El manejo de envases de plaguicidas de Campo Limpio*. Documento recuperado el 30 de septiembre de 2016 de <https://www.federaciondefcafeteros.org/static/files/ManejofungicidasCampoLimpio.pdf>
- Correa, C.; Rivera, B.; Chaparro, O.; Duarte, O.; Gallego, J. *Manual para la gestión de proyectos de desarrollo tecnológico*, Bogotá. CORPOICA, 1995.
- Correal S, M. C. (2014). *COLOMBIA: Desarrollo Económico Reciente en Infraestructura - Preparación de la Estrategia Nacional para el Desarrollo de la Infraestructura*. Sector Aseo.
- Costa, I., Massard, G., & Agarwal, A. (2010). Waste management policies for industrial symbiosis development: case studies in European countries. *Journal of Cleaner Production*, 18(8), 815-822. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.12.019>
- Cumming, G (2008) *Spatial Resilience in Social-Ecological Systems*. Springer,
- Das, A., Gupot, A. K., Mazunder, T. T. 2012. Vulnerability assessment using hazard potency for regions generating industrial hazardous waste. *Journal of hazardous materials* (209-201):308-317
- Defra. (2004). *Review of Environmental and Health Effects of Waste Management: Municipal Solid Waste and Similar Wastes*. Recuperado a partir de https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69391/pb9052a-health-report-040325.pdf
- Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente. (2016). *cali.gov.co*. Retrieved September 5, 2016, from http://www.cali.gov.co/dagma/publicaciones/comparendos_y_judicializados_deja_operativos_para_el_control_de_escombros_publicaciones
- Derraik, J. G. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 44(9), 842-852. [http://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00220-5](http://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00220-5)
- Eco-ing. (2012). *Evaluación de impactos económicos, ambientales y sociales de la implementación de la responsabilidad extendida del productor en Chile*. Sector envases y embalajes. Santiago de Chile.
- Eco-ing, GTZ, & Gobierno de Chile - CONAMA. (2010). *Informe Final Evaluación de impactos económicos, ambientales y sociales de la implementación de la responsabilidad extendida del productor en Chile*.

- El-Fadel, M., Findikakis, A. N., & Leckie, J. O. (1997). Environmental Impacts of Solid Waste Landfilling. *Journal of Environmental Management*, 50(1), 1-25. <http://doi.org/10.1006/jema.1995.0131>
- Environmental Policy Agency EPA, () Evaluating Pesticides for Carcinogenic Potential. <https://www.epa.gov/pesticide-science-and-assessing-pesticide-risks/evaluating-pesticides-carcinogenic-potential>
- Environment Policy Agency EPA, (2001). Health Effects of Composting – A Study of Three Composting Sites and Review of Past Data. AEAT, London, UK.
- Estrada, J (2010) Transformaciones del capitalismo en Colombia. Dinámicas de acumulación y nueva espacialidad. *Revista Espacio crítico*. (12)2-21
- Franchini, M., Rial, M., Buiatti, E., Bianchi, F., 2004. Health effects of exposure to waste incinerator emissions: a review of epidemiological studies. *Annali dell’Istituto Superiore di Sanità* 40 (1), 101–115.
- Franco,S (2003) Momento y contexto de la violencia en Colombia. *Rev Cubana Salud Pública* 29(1):18-36
- Fuertes, J., Martí, G. y Sanz, P. (2011) Hepatopatías tóxicas laborales. Escuela Laboral de Medicina del Trabajo. Facultad de Medicina. Universidad de Barcelona
- Garmendia, A., Salvador, A., Crespo, C., & Garmendia, L. (2005). Evaluación de impacto ambiental. Madrid: Pearson education.
- Gaviria, A., & Monsalve, E. (2012). Análisis para la gestión de residuos peligrosos domiciliarios en el municipio de Medellín. Caldas, Antioquia.
- Giusti, L. (2009). A review of waste management practices and their impact on human health. *Waste Management*, 29(8), 2227-2239. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.03.028>
- Gobernación de Cundinamarca. (2014). Planes de gestión ambiental sólidos PGIRS municipales y formulación de la línea política de residuos sólidos del departamento de Cundinamarca. Bogotá D.C.
- Gobierno de España - Ministerio de la Presidencia. (2001). Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) 2001-2006. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado.
- Gobierno Vasco, 2009. Departamento del Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco. Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales. Ithobe, Junio 2009, Sociedad Pública de Gestión Ambiental
- Gómez Orea, D. (2002). Evaluación de impacto ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental (2.a ed.). Madrid España: Ediciones Mundi-Prensa.
- González Penagos, J. (2014). Lo que dejó al descubierto el incendio en Fontibón | ELESPECTADOR.COM. El Espectador. Retrieved from <http://www.elespectador.com/noticias/bogota/dejo-al-descubierto-el-incendio-fontibon-articulo-527416>
- Graciani, F. S., & Ferreira, G. L. B. V. (2014). Impacto ambiental de los medicamentos y su

- regulación en Brasil. *Revista Cubana de Salud Pública*, 40(2), 268-273. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21431239011>
- Greenwood, D., & Sommerville, I. (2011). Using complex network analysis and visualisation to analyse problematic enterprise scale information systems? (pp. 449-468).
- Harvey, D (2007) *Espacios del capital. Hacia una geografía crítica*. Ediciones Akal, Madrid
- Herrera Becerra, N. M. (2014). Identificación de áreas potenciales para el manejo de residuos o desechos peligrosos en el departamento de Cundinamarca, 173. Recuperado a partir de <http://www.bdigital.unal.edu.co/46290/>
- Holcim & GTZ (2003) Guía para el co-procesamiento de residuos en la producción de cemento. Recuperado el 10 de agosto de 2016 de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358043/CURSO_EN_AVA/REFERENCIAS_COMPLEMENTARIAS/UNIDAD_3_COMPLEMENTARIAS/Guia_de_GTZ_para_el_Co_Procesamiento_de_Desechos.pdf
- Hossain Md, Santhanam,A, Norulaini,N and Mohd,A (2011) Clinica solid waste management practices and its impacts on human health and environment- A review. *Waste management* 31:754-766
- Hu, S.W., Shy, C.M., 2001. Health effects of waste incineration: a review of epidemiologic studies. *Journal of the Air and Waste Management Association* 51 (7), 1100–1109.
- Innovación Ambiental - Innova. (2016). APROVECHAMIENTO MERCURIALES. Retrieved September 13, 2016, from <http://www.innovaambiental.com.co/index.php/nosotros-2/aprovechamiento-mercuriales>
- Instituto de Hidrología Meteorología y estudios ambientales IDEAM (2011) Memoria técnica de la cuantificación de la deforestación histórica nacional. Escalas gruesa y fina. Bogotá
- Instituto de Hidrología Meteorología y estudios ambientales. IDEAM (2015). Informe nacional generación y manejo de residuos o desechos peligrosos en Colombia - 2013. Bogotá, D.C. Colombia.
- IARC International Agency for Research on Cancer. <https://www.iarc.fr/>
- IFC-WB (2009) Introduction to health impact assessment. <http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/a0f1120048855a5a85dcd76a6515bb18/HealthImpact.pdf?MOD=AJPERES>
- Instituto Colombiano de Normas Tecnicas. (2015). NTC - ISO 14001.
- Jaramillo Henao, G., & Zapata, L. M. (2008). Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia.
- Jones, O. A. H., Voulvoulis, N., & Lester, J. N. (2001). Human pharmaceuticals in the aquatic environment a review. *Environmental Technology*, 22, 1383-1394.
- Kozlovská, M., & Spišáková, M. (2013). Construction waste generation across construction project life-cycle. *Organization, Technology and Management in Construction*, 687-695. <http://doi.org/10.5592/otmcj.2013.1.5>

- Larsen, B (2004) Cost of environmental damage: a socioeconomic and environmental health risk assessment. Bogotá
- Lozada, C. (2011). Evaluación ambiental estratégica de la política ambiental para la gestión integral de residuos o desechos peligrosos en Colombia/Strategic Environmental. Recuperado a partir de <http://www.bdigital.unal.edu.co/5485/>
- Leff, E (2006) Aventuras de la epistemología ambiental: de la articulación de ciencias al diálogo de saberes. Siglo XXI editores. México
- Ma, J& Hiple, K (2016) Exploring social dimensions of municipal solid waste management around the globe- A systematic literature review. Waste management 56:3-12
- Marchettini, N., Ridolfi, R., & Rustici, M. (2007). An environmental analysis for comparing waste management options and strategies. Waste Management, 27(4), 562-571. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2006.04.007>
- Márquez, G (2001) Mapas de un fracaso. Naturaleza y conflicto en Colombia. IDEA Universidad Nacional de Colombia. Bogotá
- Marmolejo, L. f., Torres, P., Oviedo, R., García, M., & Díaz, L. f. (2011). Análisis del funcionamiento de plantas de manejo de residuos sólidos en el norte del Valle del Cauca, Colombia. Revista EIA, 163-174.
- Martínez Bernal, L. F. (2013). *Análisis de la Incertidumbre en los Estudios de Impacto Ambiental en Colombia desde el Enfoque de los Sistemas Complejos*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C. Colombia.
- Martínez Guiro, G. (2008). Turismo, residuos sólidos y áreas protegidas.
- Martínez, D. y Chamorro, G. (1997). Capítulo 7: Teratogénesis ambiental. En Palacios, A. y América, L. (1997). ECO. Introducción a la toxicología ambiental. Metepec, ECO, 1997, p.93-100 <http://www.bvsde.paho.org/bvstox/fulltext/toxico/toxico-01a7.pdf>
- Martínez, R. (2010). Propuesta metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia. Bogotá: Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo. Universidad Nacional de Colombia.
- Ministerio de Medio Ambiente - MMA y Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales – CNPMLTA (2002). Manejo Ambientalmente Racional de Baterías Usadas Ácidas de Plomo en Centro América y el Caribe. Disponible en: <http://www.ilmc.org/Basel%20Project/Colombia/Reports/Spanish/Anexo%20IV-version%20Final.doc>
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT (2003) Guías para el manejo seguro y gestión ambiental de 25 sustancias químicas 2003-2006. Bogotá
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT (2004). Sector Plásticos. Guías Ambientales. Bogotá, Colombia: Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible.
- Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT. (2004). Evaluación de las cadenas de reciclaje. Retrieved from http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358043/CURSO_EN_AVA/REFERENCIAS_COMPLEMENTARIAS/UNIDAD_2_COMPLEMENTARIAS/evaluacion_cadenas_RECICLAJE_R1_20

05.pdf

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT. (2005). Política Ambiental para la gestión integral de residuos o desechos peligrosos. Retrieved from http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/politica_ambiental_gestion_integral_residuos_des_peligrosos.pdf

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. República de Colombia. (2006). Resolución 0627 de 2006.

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2007). Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos. Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible. Recuperado a partir de https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/sustancias_qu?micas_y_residuos_peligrosos/gestion_integral_respel_bases_conceptuales.pdf

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. MAVDT (2009). Resolución 371 de 2009: "Por la cual se establecen los elementos que deben ser considerados en los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Fármacos o Medicamentos Vencidos.", Diario Oficial No. 47.281 de 4 de marzo de 2009 (2009). Retrieved from http://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambientevdt_0371_2009.htm

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT. (2010). Resolución 1457 del 29 de julio de 2010. Retrieved September 22, 2016, from <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=40063>

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT. (2011). Resolución 361 de 2011: "Por la cual se modifica la Resolución 372 de 2009" Retrieved September 18, 2016, from http://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambientevdt_0361_2011.htm

Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. (2012). Diagnóstico nacional de salud ambiental. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/IGUB/Diagnostico%20de%20salud%20Ambiental%20compilado.pdf>. Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS. (2013). Resolución 1675 de 2013: "Por la cual se establecen los elementos que deben contener los Planes de Gestión de Devolución de Productos Posconsumo de Plaguicidas." Retrieved September 12, 2016, from http://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_minambientes_1675_2013.htm

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS. (2014). Protocolo para el monitoreo, control y vigilancia de olores ofensivos., 76.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS. (2014a). Programa Posconsumo. Retrieved September 11, 2016, from <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/28-plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS. (2014b). Red Verde, primer programa posconsumo de electrodomésticos en Colombia | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Retrieved September 23, 2016, from <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=1327:red-verde-primer-programa-posconsumo-electrodomesticos-colombia>

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS. (2015). Proyecto piloto de análisis de impacto normativo. Estrategia para residuos de envases y empaques. Versión para revisión, Bogotá: Dirección de asuntos ambientales, sectorial y urbana. (Vol. 1).
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS. (2015). Decreto 1076 de 2015.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. MADS (2016). Programa Posconsumo de Residuos. Retrieved from <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=28:plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana>
- Ministerio de la Protección Social MPS y Universidad Javeriana. (2007). Guía de atención integral basada en la evidencia para neumoconiosis. Bogotá.
- Ministerio de Salud y Protección Social MSPS (2013) Plan Decenal de Salud Pública 2012-2011. <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/Paginas/salud-publica.aspx>
- Ministerio de Salud y Protección Social (2013) Análisis de situación de salud según regiones. Dirección de epidemiología y Demografía. Grupos ASIS. Bogotá.
- Ministerio de Vivienda, C. y T. (2012). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS. Título F Sistemas de Aseo Urbano. Retrieved from [http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/PGIRS/PGIRS de Segunda Generaci%C3%B3n/Titulo F del RAS 2000.PDF](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/PGIRS/PGIRS%20de%20Segunda%20Generaci%C3%B3n/Titulo%20F%20del%20RAS%202000.PDF)
- Molgaard, C. (1995). Environmental impacts by disposal of plastic from municipal solid waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 15(1), 51-63. [http://doi.org/10.1016/0921-3449\(95\)00013-9](http://doi.org/10.1016/0921-3449(95)00013-9)
- Morales, G., Jungles, A. E., Klein, S. E. S., & Guarda, J. (2010). EI Scale: an environmental impact assessment scale related to the construction materials used in the reinforced concrete. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 53(6), 1511-1518. <http://doi.org/10.1590/S1516-89132010000600029>
- Naciones Unidas. (1994). Convenio sobre la evaluación del impacto ambiental en un contexto transfronterizo. Finlandia: Naciones Unidas.
- Naciones Unidas. (2011). Directrices técnicas sobre el coprocesamiento ambientalmente racional de los desechos peligrosos en hornos de cemento. In Conferencia de las partes en el Convenio de Basilea sobre el control de los movimiento transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. Cartagena: PNUMA. Retrieved from [http://www.basel.int/Portals/4/Basel Convention/docs/pub/techguid/cement/06a3r1s.pdf](http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/pub/techguid/cement/06a3r1s.pdf)
- OCADE, SANIPLAN, & AMBIENTAL SA. (2000). Diagnostico ambiental sobre el manejo actual de baterías usadas generadas por mantenimiento del parque automotor de Santa Fe de Bogotá., 1–15.
- OCDE, & CEPAL. (2014). Evaluaciones de desempeño ambiental Colombia. Highlights 2014.
- OECD. (2014). OECD Environmental Performance Reviews: Colombia 2014. OECD Environmental Performance Reviews. <http://doi.org/10.1787/9789264208292-en>
- Ojeda Burbano, E. O. (2002). Tecnologías existentes y desarrolladas en Colombia para el manejo de

- los residuos: Pilas, Lubricantes, Baterías y Envases de Plaguicidas. Retrieved from [http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/tabla legislacion/Otros/baterias-aceites-usados-envases-de-plaguicidas.pdf](http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/tabla_legislacion/Otros/baterias-aceites-usados-envases-de-plaguicidas.pdf)
- Ojeda Reina, R. (2005). Evaluación preliminar del impacto sobre las aguas subterráneas y superficiales del área de influencia directa del vertedero de residuos sólidos del municipio de Arauca y propuesta de recuperación paisajística del mismo. Universidad Nacional de Colombia.
- Palacio, D., Hurtado, R., & Garavito, L. (2003). Redes Socio-ambientales en tensión: El caso de la gestión ambiental de los humedales de Bogotá. *REDES- Revista hispana para el análisis de redes sociales.*, 4(6), 1-31. Recuperado a partir de <http://revistes.uab.cat/redes/article/view/v4-palacio-hurtado-garavito/39>
- Palmiotto, M., Fattore, E., Paiano, V., Celeste, G., Colombo, A., & Davoli, E. (2014). Influence of a municipal solid waste landfill in the surrounding environment: Toxicological risk and odor nuisance effects. *Environment International*, 68, 16-24. <http://doi.org/10.1016/j.envint.2014.03.004>
- Presidencia de la República de Colombia. Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005, Diario Oficial 46137 de diciembre 30 de 2005 (2005). Retrieved from <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18718>
- Procuraduría General de la Nación. (2011). Circular No. 016 con asunto Rellenos y/o celdas de seguridad y sistemas de incineración y autoclave. Retrieved from [http://www.procuraduria.gov.co/portal/media/file/Circular_016_22jun2011-RELLENOS Y O CELDAS DE SEGURIDAD Y SISTEMAS DE INCINERACION Y AUTOCLAVE.pdf](http://www.procuraduria.gov.co/portal/media/file/Circular_016_22jun2011-RELLENOS_Y_O_CELDAS_DE_SEGURIDAD_Y_SISTEMAS_DE_INCINERACION_Y_AUTOCLAVE.pdf)
- Procuraduría General de la Nación. (s. f.). Informe de seguimiento Gestión de residuos sólidos en Colombia. Procuraduría General de la Nación. Delegada para asuntos ambientales y agrarios.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA. (2013). Guía para la elaboración de estrategias nacionales de gestión de residuos. Recuperado a partir de [http://www.unep.org/ietc/Portals/136/Publications/Waste_Management/UNEP NWMS Spanish Screen.pdf](http://www.unep.org/ietc/Portals/136/Publications/Waste_Management/UNEP_NWMS_Spanish_Screen.pdf)
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD y Secretaría Distrial de Ambiente (2011). Diagnóstico ambiental sobre el manejo actual de llantas y neumáticos usados generados por el parque automotor de Santa Fe de Bogotá. Resumen ejecutivo. Disponible en: <http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/0/Llantas.pdf>
- Punto Azul. (2016). Informe de Sostenibilidad / Punto Azul. Retrieved from http://puntoazul.com.co/informe_de_sostenibilidad/?page=responsabilidad
- Quijano, D., Orozco, J., & Holgín, E. (2016). Conocimientos y prácticas de pacientes sobre disposición de medicamentos no consumidos. Aproximación a la ecofarmacovigilancia. *Rev. salud pública*, 18(1), 61-71.
- Quiroga, Á. (2003). Introducción al Analisis de Datos Reticulares. Prácticas con UCINET6 y NetDraw1. Departamento de Ciencias Políticas, Universidad Pompeu Fabra.
- Redfearn, A., Roberts, D. (2002). Health effects and landfill sites. In: Hester, R.E., Harrison, R.M. (Eds.), *Environmental and Health Impact of Solid Waste Management Activities*. Issues in

- Environmental Science and Technology, vol. 18. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, pp. 103–140.
- Robinson, B. H. (2009). E-waste: An assessment of global production and environmental impacts. *Science of the Total Environment*, 408(2), 183-191. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.09.044>
- Rodríguez, L., & Giménez, A. (2014). Impactos Ambientales , Sociales y Económicos de la Implementación de la Responsabilidad Extendida del Productor en Chile aplicada a Pilas y Acumuladores ”.
- Rodríguez, L., & González, N. (2013). Sistema de gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Enfoque de dinámica de sistemas. *Sistemas & Telemática*, 11, 39–53. Retrieved from http://proesa.org.co/revistas/index.php/sistemas_teleomatica/article/view/1501
- Rodríguez, S. M., Hernández, C. A., Ott, D., & Uribe Restrepo, L. M. (2010). Manejo de los RAEE a través del Sector Informal en Bogotá, Cali y Barranquilla. Programa Seco/Empa Sobre La Gestión de RAEE En América Latina Manejo.
- Román, I. (2015). eWASTE EN COLOMBIA. *Gsma*, 14. Retrieved from <http://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2015/02/ewaste-colombia.pdf>
- Ruiz, G., Fernández, J., & Rodríguez, R. (2001). Residuos peligrosos : grave riesgo ambiental. *Avance y perspectiva*, 20, 151-158.
- Rushton, L (2003) Health hazards and waste management. *British Medical Bulletin* (68)183-197
- Saiz de Omeñaca, J. A., & Saiz de Omeñaca, J. (1996). Impacto ambiental de las incineradoras. *Informes de la construcción*, 47(441-442), 87-90.
- Salamanca, L. (2005). Diagnostico ambiental asociado al manejo de residuos sólidos urbanos en el municipio de Arauca. Universidad Nacional de Colombia.
- Sarmiento, E (2006) El nuevo paradigma de la economía. Editorial Norma, Bogotá
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2014). Guía para la elaboración del Plan de Gestión Integral de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en obra. Bogotá D.C., Colombia.
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2014). Observatorio Ambiental de Bogotá. Retrieved from <http://oab.ambientebogota.gov.co/es/indicadores?id=939&v=1#>
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2015). Documento técnico de soporte. Modelo de gestión eficiente y sostenible de los escombros en Bogotá D.C. Bogotá D.C.: Dirección de control ambiental. Subdirección de control ambiental al sector público.
- Secretaría de Gestión y Control territorial - Universidad de Medellín. (2015). Actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) del municipio de Medellín dando cumplimiento a la resolución 0754 del 25 de Noviembre de 2014. Retrieved from https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano_2/AtencinCiudadana1/ProgramasyProyectos/SharedContent/Documentos/2015/DOCUMENTOACTUALIZACIONPGIRSMEDELL%C3%8DNPARACONSULTA.pdf

- Secretaría de Gestión y Control Territorial, & Secretaria de medio Ambiente. (2015). Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos-PGIRS. Municipio de Medellín 2016 – 2027. Municipio de Medellín. Retrieved from https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano_2/AtencinCiudadana1/Publicaciones/Shared_Content/Documentos/2015/PGIRS_MEDELL%C3%8DN_2016-2027.pdf
- Secretaria Distrital de Ambiente. (2016). Secretaria Distrital de Ambiente. Retrieved September 4, 2016, from <http://ambientebogota.gov.co/web/escombros/transportador>
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2012) Resolución 01115 de 2012: "Por medio de la cual se adoptan los lineamientos Técnico - Ambientales para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el Distrito Capital.", Registro Distrital 4977 de octubre 1 de 2012. (2012).
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2014). Observatorio Ambiental de Bogotá. Retrieved from <http://oab.ambientebogota.gov.co/es/indicadores?id=939&v=l#>
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2015). Observatorio Ambiental de Bogotá. Retrieved from <http://oab.ambientebogota.gov.co/es/indicadores?id=29&v=l>
- Singh, A., Spak, S. N., Stone, E. A., Downard, J., Bullard, R. L., Pooley, M., Stanier, C. O. (2015a). Uncontrolled combustion of shredded tires in a landfill Part 2 : Population exposure , public health response , and an air quality index for urban fires. Atmospheric Environment, 104, 273-283. <http://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.01.002>
- Singh, A., Spak, S. N., Stone, E. A., Downard, J., Bullard, R. L., Pooley, M., ... Stanier, C. O. (2015b). Uncontrolled combustion of shredded tires in a landfill - Part 1 : Characterization of gaseous and particulate emissions. Atmospheric Environment, 104, 273-283. <http://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.01.002>
- Superintendencia de Servicios Públicos domiciliarios SSPD (2008). Situación de la disposición final de residuos sólidos en Colombia. Pag 3.
- SuperIntendencia de Industria y Comercio - SIIC (2013). Estudio sobre plaguicidas en Colombia. Estudios económicos sectoriales No.7. Bogotá
- Sykes, P., Jones, K., Wildsmith, J.D. (2007). Managing the potential public health risks from bioaerosol liberation at commercial composting sites in the UK: an analysis of the evidence base. Resources, Conservation and Recycling 52, 410–424.
- Téllez Maldonado, A. (2012). La complejidad de la problemática ambiental de los residuos plásticos: una aproximación al análisis narrativo de política pública en Bogotá. 2012. Universidad Nacional de Colombia.
- Tello, P., Martínez, E., Daza, D., Soulier, M., & Terraza, H. (2010). Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos de America Latina y el Caribe. Vasa. OPS; BID; AIDIS. Recuperado a partir de <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36466973>
- Tobasura, I.; Sepulveda L. (1997). Proyectos Ambientales escolares: Estrategia para la formación ambiental. Bogotá: Cooperativa Editorial, 1997. ISBN 958-20- 0361-8

- Toro, J. (2009). Análisis constructivo del proceso de evaluación de impacto ambiental en Colombia. Propuestas de mejora. Universidad de Granada., Granada. España.
- Toro, J. (2004) Transversalización De la educación ambiental en la educación básica y media: caso institución educativa Inocencio Chinca del municipio de Tame, departamento de Arauca; Tesis Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Facultad de Minas, Colombia 2004 Medellín..
- Torres Cervera, K. P. (2014). Análisis de los impactos ambientales generados por el tratamiento y disposición final de los residuos de borras generados en los distritos de producción de hidrocarburos. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado a partir de <http://www.bdigital.unal.edu.co/46570/>
- Turner, D. A., Williams, I. D., & Kemp, S. (2016). Combined material flow analysis and life cycle assessment as a support tool for solid waste management decision making. *Journal of Cleaner Production*, 129, 234-248. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.077>
- Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos UAESP. (2009). Diagnostico del Manejo Integral de Escombros en el Distrito Capital. Bogotá, D.C. Colombia.
- Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos - UAESP. (2015). Plan De Gestión Integral De Residuos Solidos 2016 – 2027. Actualización Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Bogotá D.C. Bogotá D.C., Colombia.
- Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos UAESP. (2016a). Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos. Retrieved September 5, 2016, from <http://pagdll.uaesp.gov.co/index.php/portafolio-de-servicios>
- Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos UAESP. (2016b). Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos. Retrieved September 5, 2016, from <http://pagdll.uaesp.gov.co/index.php/preguntas>
- Universidad Nacional de Colombia UNAL - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS (2013) Formulación del proyecto de articulado de la ley general para la gestión integral de residuos sólidos en Colombia. Contrato interadministrativo No. 149. Producto 2.1. Diagnostico integral del modelo actual de la gestión de residuos en Colombia. Bogotá
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales UICN. (2011). Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción. San José, Costa Rica. Recuperado a partir de http://cmsdata.iucn.org/downloads/guia_escombros_baja.pdf
- Unión Temporal Ocade Ltda, Saniplan, & Ambiental S.A. (s.f.). Diagnóstico Ambiental sobre el manejo actual de llantas y neumáticos usados generados por el parque automotor de Santa Fe de Bogotá. Retrieved from <http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/0/Llantas.pdf>
- Valencia, V., Ramírez, M. y Jaramillo, L. (2014). Identificación de alternativas para la disposición final de envases de plaguicidas de uso agrícola. Especialización en Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos. Corporación Universitaria Lasallista. Caldas (Antioquia). Disponible en: http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1092/1/Identificacion_alternativas_disposicion_final_envases_plaguicidas_agricola.pdf
- Vallejo, M (1997) Toxicología ambiental. Fondo Nacional Universitario. Bogotá

- Varon Jimenez, L. M. (2011). Aspectos Arquitectónicos para la Gestion de Residuos Solidos en edificios residenciales, 1-157.
- Vester, F. (1976). Urban Systems in Crisis (1st ed.). Stuttgart: Deutsche Verlagsanstalt.
- Vester, F. (1988). The Biocybernetic Approach as a Basis for Planning and Governance. *Systems Practice*, 1(4), 399–413. Retrieved from <http://journals.issn.org/index.php/proceedings54th/article/view/1489>
- Vrijheid, M. (2000). Health effects of residence near hazardous waste landfill sites: a review of epidemiologic literature. *Environmental Health Perspectives* 108 (Supplement 1), 101–112.
- Wathern, P. (1988). *Environmental Impact Assessment. Theory and Practice.* (P. Wathern, Ed.). book, London: Taylor & Francis Group.
- WHO. (2000). Methods for assessing risk to health from exposure to hazards released from waste landfills. Report from a WHO Meeting, Lodz, Poland, 10–12 April 2000. World Health Organisation (WHO), European Centre for Environment and Health.
- WHO. (2007). Population health and waste management: scientific data and policy options. Report of a WHO Workshop, Rome, Italy, 29–30 March 2007. World Health Organisation (WHO), European Centre for Environment and Health.
- WHO. (2010). International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems 10th Revision (ICD-10) Version for 2010 <http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2010/en#/XXI>
- Wild, J. J., Bernstein, L. A., Subramanyam, K. R., & Halsey, R. F. (2004). *Financial statement analysis.* McGraw-Hill.
- Wordpress, 2014. Disponible en: [https://planificacionyadministracion.wordpress.com/..](https://planificacionyadministracion.wordpress.com/)
- World Bank (2012) What a waste. A global review of solid waste management. Washington, USA Hazardous waste statistics. Disponible en: http://www.theworldcounts.com/counters/waste_pollution_facts/hazardous_waste_statistics
- Zapata Muñoz, A. F., & Zapata Sánchez, C. E. (2013). Un método de gestion ambiental. *Gestión y Ambiente*, 16(2), 105-120.
- Zuluaga, Valencia, Trujillo. (2009). Efecto genotóxico y mutagénico de contaminantes atmosféricos. *MEDICINA UPB* 28(1): ENE-JUN 2009 página 33-39

10. CONCLUSIONES

A continuación se relacionan las conclusiones más relevantes de la etapa de análisis y evaluación general de la gestión de residuos y de los análisis realizados para la priorización de problemáticas y grupos de residuos:

- Del universo posible de problemáticas de gestión fueron identificadas y definidas quince (15) problemáticas que representan las dificultades más frecuentes de los sistemas de gestión de residuos en el país. De estas quince problemáticas, el análisis general de la gestión de residuos arrojó como resultado que lógicamente las relaciones de causalidad apuntan a que son las problemáticas en la gestión las generadoras de los problemas ambientales y sanitarios, producto de las fallas y deficiencias en ésta, siendo la debilidad en la Institucionalidad, las fallas en los instrumentos de planificación territorial, la responsabilidad insuficiente del generador, como la elevada tasa de generación, el alto porcentaje de informalidad, las estrategias insuficientes para la prevención, los sistemas de aprovechamiento inadecuados, la baja implementación de sistemas de disposición final adecuados, y por último la falta de integración entre los actores del sistema, las principales problemáticas.
- Para el grupo de los residuos ordinarios, los análisis de causalidad entre las problemáticas señalan que de acuerdo a la importancia y prioridad de abordaje, las principales problemáticas en la gestión son: debilidad institucional, fallas en los instrumentos de planificación territorial y elevada tasa de generación de residuos. En el caso de la problemática ambiental sobresalen para este grupo de residuos la afectación al bienestar social, el cambio en el uso del suelo, el deterioro o contaminación del agua, deterioro o contaminación del suelo y deterioro o contaminación del aire. Para el caso de las problemáticas en salud se encuentran como priorizados los problemas en el acceso y calidad de los servicios de salud, las enfermedades sanguíneas y del sistema inmune, las lesiones, envenenamientos y otras causas externas, causas externas de morbi-mortalidad y las infecciones y enfermedades de origen parasitario.
- El análisis de las problemáticas de los residuos peligrosos arrojó que la gestión presenta fallas en la debilidad institucional, en los instrumentos de planificación, en el alto porcentaje de informalidad, en los sistemas de aprovechamiento y disposición inadecuados. Los problemas ambientales sobresalientes para este grupo de residuos fueron: afectación al bienestar social, cambio en el uso del suelo y deterioro o contaminación del agua, aire y suelo. En cuanto a salud se resumen en: acceso y calidad de servicios de salud, enfermedades sanguíneas y del sistema inmune, malformaciones congénitas y lesiones, envenenamientos y otras causas externas.
- Los residuos especiales presentaron problemáticas priorizadas similares a los anteriores grupos, sin embargo sobresalen en la gestión aspectos como la responsabilidad insuficiente del generador y la elevada tasa de generación. Para los ambientales y sanitarios se presenta el mismo orden de las problemáticas priorizadas para los residuos ordinarios.
- Por último, para los residuos posconsumo las problemáticas en gestión siguen siendo las más priorizadas la debilidad institucional y la responsabilidad insuficiente del generador; para los ambientales las afectaciones al bienestar social, el cambio en el uso del suelo y los deterioros o contaminación en el agua, aire y suelo son las problemáticas más relevantes. En cuanto a las sanitarias se priorizan las mismas problemáticas señaladas.

- En el análisis de las problemáticas priorizadas para cada uno de los grupos de residuos, se resalta como común denominador los insuficientes esfuerzos en las etapas de prevención y minimización de la generación, acciones encaminadas a lograr la optimización en el consumo de materias primas, la sustitución de insumos e insumos peligrosos, la adopción de procesos y tecnologías más limpias y mayores acciones para promover la separación en la fuente por parte de los consumidores.
- Los impactos ambientales generados por la gestión de los residuos ordinarios son los de mayor documentación de acuerdo a las referencias bibliográficas, han sido ampliamente documentados para las etapas de transporte, aprovechamiento y disposición final. Sobresalen los impactos generados al recurso hídrico y edáfico debido principalmente a las malas prácticas de disposición final que permiten el contacto de lixiviados con el recurso, bien sea a nivel superficial o subterráneo.
- Frente a la implementación de instrumentos de gestión se destaca que la normatividad se ha concentrado en el establecimiento de obligaciones bajo la perspectiva de comando y control, y confiando la adecuada gestión ambiental a la elaboración y cumplimiento de instrumentos de planificación ambiental, como por ejemplo PGIRS, por lo que puede indicarse que en términos de existencia de la normativa la poca aplicación de instrumentos y en especial de los instrumentos de gestión de la información (sistemas de información débiles e inexistentes), instrumentos educativos (que promuevan la conciencia de los agentes por la optimización de la gestión) e instrumentos económicos (que utilicen la persuasión de los agentes vía precios y mercados).
- En cuanto al cumplimiento de la normatividad y el funcionamiento de los instrumentos de gestión, se reconoce que a pesar de la existencia de una amplia normatividad general y específica, aún persisten los incumplimientos normativos que evidencia una distancia considerable entre la realidad y lo indicado en la normatividad. Evidencia de esta situación fueron la descripción, relaciones de causalidad y análisis de las problemáticas de gestión, ambientales y sanitarias realizadas.
- De acuerdo al ejercicio de relacionamiento de los instrumentos de gestión existentes con los grupos de residuos para cada una de las etapas de gestión, se reconoce que los grupos con mayor número de instrumentos de comando y control implementados son los peligrosos de hidrocarburos, los ordinarios y de los de posconsumo sobresale el subgrupo de baterías ácido plomo, los cuales cuentan con normativas e instrumentos suficientes, sin tener en cuenta su desempeño y eficiencia en el cumplimiento de las metas de gestión, ambientales y sanitarias. A su vez los grupos con menor número de instrumentos son en general los subgrupos de posconsumo. Así mismo se destaca la necesidad de diseñar e implementar instrumentos para etapas específicas de la gestión, con el fin de no caer en la generalidad de los planes que no ofrecen suficientes controles a las responsabilidades de los agentes.
- Para la priorización de los grupos de residuos a detallar frente a los aspectos ambientales y riesgos a la salud, desempeño de los instrumentos actuales y formulación de los instrumentos económicos, fueron propuestos y desarrollados seis criterios técnicos (peso, dificultades en la gestión, nivel de aprovechamiento, afectaciones a la salud, potencial de mercado y evaluación ambiental) los cuales fueron calificados y soportados para la obtención de la priorización técnica de los grupos de residuos. A su vez se tomaron en cuenta los criterios político-institucionales para la priorización. Como resultado se obtuvo que los grupos de residuos a

profundizar en las posteriores etapas del estudio serán: llantas, envases y empaques de bebidas, y envases de plaguicidas, todos ellos del grupo de posconsumo, priorización que se justifica desde la necesidad de dar mayor atención en la gestión de estos residuos y la importancia de los productores y consumidores para alcanzar las metas propuestas en las políticas de la gestión del residuos del país.

11.ANEXOS

Anexo 1. Tablas de identificación de problemáticas de gestión, ambientales y sanitarias por grupo de residuos.

PROBLEMÁTICAS DE GESTIÓN	RESPEL	ORDINARIOS	ESPECIALES	POSCONSUMO
Elevada tasa de generación	0	1	1	0
Estrategias insuficiente para la prevención	0	1	1	1
Baja tasa de separación	0	1	1	1
Responsabilidad insuficiente del generador	0	1	1	1
Inadecuado sistema de recolección	1	1	1	1
Baja cobertura de recolección	0	1	1	0
Rutas y horarios de recolección ineficiente	1	1	1	0
Sistemas de aprovechamiento inadecuados	1	1	1	1
Alto porcentaje de informalidad	1	1	1	1
Falta de integración entre actores	1	1	1	1
Bajo porcentaje de aprovechamiento	1	1	1	1
Baja implementación de sistemas de tratamiento adecuados	1	1	1	1
Baja implementación de sistemas de disposición final adecuados	1	1	1	1
Fallas en los instrumentos de planificación	1	1	1	1
Debilidad institucional	1	1	1	1

Fuente. Presente estudio.

PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES	RESPEL	ORDINARIOS	ESPECIALES	POSCONSUMO
Deterioro o contaminación del agua	1	1	1	1
Disminución de la oferta hídrica	1	1	1	1
Alteración del drenaje	0	1	0	1
Deterioro o contaminación del aire	1	1	1	1
Generación de Ruido	0	1	1	1
Generación de olores	1	1	0	0
Deterioro o contaminación del suelo	1	1	1	1
Cambio del uso del suelo	0	0	0	0

Afectación al paisaje	0	1	1	0
Afectación al hábitat	1	1	1	1
Afectación de la flora y fauna terrestre	1	1	1	1
Afectación de la flora y fauna acuática	1	1	1	1
Afectación al bienestar social	1	1	0	1
Afectación a la salud	1	1	1	1
Afectaciones económicas	1	1	1	1

Fuente. Presente estudio.

PROBLEMÁTICAS DE SALUD	RESPEL	ORDINARIOS	ESPECIALES	POSCONSUMO
Infecciones y enfermedades de origen parasitario	1	1	1	1
Neoplasmas	0	1	1	1
Enfermedades del oído	1	1	1	1
Enfermedad mental y comportamiento	0	1	1	1
Enfermedades sanguíneas y del sistema inmune	1	1	1	1
Enfermedades de los ojos	1	1	1	1
Enfermedades del sistema nervioso	0	1	1	1
Enfermedades del sistema respiratorio	1	1	1	1
Enfermedades del sistema digestivo	0	1	1	1
Enfermedades de la piel y tejido subcutáneo	0	1	1	1
Enfermedades del sistema muscoesquelético y tejidos conectivos	1	1	0	0
Malformaciones congénitas	0	0	1	1
Lesiones, envenenamiento y otras causas externas	1	1	1	1
Causas externas morbi-mortalidad	1	1	1	1
Acceso y calidad de servicios de salud	1	1	1	1

Fuente. Presente estudio.

Anexo 2. Calificación de los grupos de residuos de acuerdo al índice de peligro potencial (carcinogenicidad)

	SUBGRUPO DE RESIDUOS											
	Orgánico	Reciclable	Hidrocarb	Hospital	RCD	BAP	E&E	Llantas	Pilas&Bat	Medicam	RAEE	E&plag
PESO KTon	5600	2700	110	23	22000	12	9000	45	11	50	300	1,5
COMPONENTES ORGÁNICOS												
Aceite esquisto			1									
Aceite residual pesado			2B									
Benceno			1					1				
COV												
Fenol	3		3	3								
Formaldehído (inh)				1								
Glutaraldehído				3								
HAP			2A					2A			2A	
Mercaptano												
Metano												
Nafteno												
O.etileno				1								
Polibromodifenil éteres PBDE				1				1			1	
PCB	1				1		1	1			1	
Dioxina+Furano PCDD/TCDD				1				1			1	
Polietileno							3					
PVC		3										
Tolueno			3									
Xileno			3	3								
COMPONENTES INORGÁNICOS												
A. Clorhídrico				3				3				
A. Sulfúrico												

Aluminio				1					1	
Arsénico	1						1		1	
Asbesto				1						
Bario										
Berilio	1	1	1							
Boro	4		4							
Cadmio	1		1				1	1	1	
Cobalto	2B		2B							
Cobre	3		3	3		3			3	
Cromo		3	3				3			
Estaño										
Hierro	3			1					1	
Litio										
Manganeso										
Mercurio	2B	3	3	3			3		3	
Níquel			1				1	1	1	
Oro										
Paladio										
Peroxido H				3						
Plata									3	
Plomo	2A		2A	2A	2A	2A		2A	2A	
Selenio	3									
Vanadio	2B		2B				2B			
Zinc	3		3	3		3		3		
Vidrio plano		3		3						
Mat fluorescente									3	
Fibra cerámica				2B						
Radionúclido			1	1						
X-Gamma Rad				1						
COMPONENTES BIOLÓGICOS										
Implantes quirurgicos										
Denta (Cr/Ti) I, marcapasos				3						

Implantes Ni,Cr, Fe				2B									
Inmunodef tipo 1				1									
Inmunodef tipo 2				2B									
Hepatitis B/C				1									
Hepatitis D				3									
Epstein Barr				1									
Esquistosoma mansoni				3									
Esq haematobium				1									
Esq japonicum				2B									
FUNGICIDAS													
Carbendazim													2B
Clorotalonil													2A
Difenoconazol													2B
Dimetomorf													3?
Mancozeb													2A?
Mancozeb													2B
Propiconazol													2A
Propineb													2B
Tebuconazol													3??
Azoxystrobin													3
Trifloxystrobin													
HERBICIDAS													
2,4 d amina													ND
Diuron													2A
Glifosato													4
Paraquat													4
aminopyralid													3
INSECTICIDAS													
Carbofuran													2B
Abamectina													ND
Cipermetrina													ND
Fipronil													2B
Clorpirifos													4

Profenofos													4
Carbosulfan													ND
Imidacloprid													4
Lambdacihalotrina													3
Methomyl													4
Monocrotofos													ND
Thiametoxan													3

ANEXO 3. Soporte de consulta de información de precios.

Nombre empresa	Datos de contacto	Información suministrada
Chatarrería Mejor Precio	al www.chatarreriaalmejor-precio.com Teléfono: 4037553	Compra de: chatarra, ascensores en desuso, estantería industrial, cobres, aluminio, baterías Precio de compra: \$400 / Kg Precio de compra baterías ácido-plomo: \$10.000 - \$45.000 dependiendo del tamaño
Depósito reciclaje Compañía	de Teléfono: 2772159 La	Precio de compra chatarra: \$300 / Kg Compra de: chatarra en general Venden a \$380/Kg a mayorista que tiene cupo en siderúrgicas (usualmente les asignan entre 100 y 200 Ton)
A&F Metales	Teléfono: 2373817	Compra de: cables de cobre y aluminio Precio de compra Cobre 1: \$10.200/Kg Precio de compra Cobre 2: \$11.200/Kg
RECIMETALCOL	Teléfono: 6151577 – 5232239	Compra de: todo tipo de chatarra, reciclaje en general Precio de compra chatarra: 350 / Kg Precio de venta a distribuidora: \$450/Kg Compran baterías ácido-plomo, el precio oscila entre \$10.000 y \$60.000 dependiendo de la referencia.
Ambiente Ecológico	Teléfono: 7165806	Compra de: envases plásticos, botellas vidrio, papel archivo, baterías ácido-plomo Precio compra envases plásticos con tapa y etiquetas: \$700 Precio compra envases plásticos limpios: \$1000 Precio compra botellas de vidrio: \$ 150 / Kg Precio de compra baterías ácido-plomo: oscila entre \$10.000 y \$16.000 Precio de compra baterías secas (de plantas eléctricas y CPU gigantes): \$1000 / Kg También prestan el servicio de desmantelamiento de equipos de cómputo,

		pero no tiene ningún costo. El material que recuperan lo venden como chatarra a otros centros de reciclaje (aproximadamente \$300 / Kg)
		Compra papel archivo (limpio) \$500 / Kg (se reservan el precio de venta)
RECICLAIR	Teléfono: 317 6575197 www.reciclair.com	Precio compra: no compran las llantas, el Distrito se las suministra Precio venta gránulos de caucho: \$650 / Kg
		Dato: los productos derivados de la transformación de las llantas se miden por granulometría, entre más grandes los gránulos es más caro. Los precios de estos productos (acero, asfalto de goma, fibra, gránulos de caucho, <i>mulch</i> de caucho) oscilan entre \$200 - \$1300 / Kg
Mercadolibre	http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-427854155-caucho-para-canchas-sinteticas-y-parques-granulado-_JM http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-426829054-vendo-caucho-para-canchas-sinteticas-de-futbol-800-_JM	Precio de venta gránulos de caucho: \$600 /Kg Precio de venta gránulos de caucho: \$800 /Kg
Reciclajes Bogotá S.A.S.	Teléfono: 7605204	Precio compra envases plásticos con tapa y etiquetas: \$700 Precio compra envases plásticos limpios: \$1000 Precio compra botellas de vidrio: \$ 140 / Kg
SIDERÚRGICA NACIONAL SIDENAL S.A.	Teléfono: 7723835 – 6151222	Precio compra de chatarra: \$350 - \$430 / Kg Precio venta barra corrugada : \$1.630 / Kg antes de impuestos. Con impuestos: aprox \$1.900 / Kg
RECUPERAR CALI	Teléfono: 3146454685 www.recuperarcali.com	Esta empresa hace el proceso de transformación y vende el polipropileno (presentación pepas) como insumo para empresas que realizan inyección. Precio venta Plástico transformado (pepitas): \$1.900 - \$2.100 / Kg Polipropileno puro (PPP), con el que se fabrican plantillas, cabos de escobas y

		cepillos, juguetes básicos, etc.
AM PLÁSTICOS	www.amplasticos.com Teléfono: 2257900	Precio compra polipropileno reciclado: \$4500-\$5000 / Kg
PLASPRINTER LTDA	http://www.plasprinter.com.co Teléfono: 2441141	Precio compra polipropileno: \$3.500 - \$5.000 /Kg
Mercadolibre – Vasos reciclados de vidrio (botellas de cerveza)	http://articulo.mercado- libre.com.co/MCO-426112690-vasos- hechos-de-botellas-recicladas-con- manija-de-madera-_JM	Precio vasos unidad \$12.000
	http://articulo.mercado- libre.com.co/MCO-426067103-juego- de-6-vasos-cerveza-corona- _JM#D[S:VIP,L:SELLER_ITEMS,V:4]	Precio unitario vaso: \$8.666
	http://articulo.mercado- libre.com.co/MCO-426056597-vasos- cerveza-corona- _JM#D[S:VIP,L:SELLER_ITEMS,V:1]	Precio unitario vaso: \$29.900
	http://articulo.mercado- libre.com.co/MCO-426079216-2-vasos- de-botellas-de-cerveza-grosch- _JM#D[S:VIP,L:SELLER_ITEMS,V:3]	Precio unitario vaso: \$9.900
Mercadolibre - Compost	http://articulo.mercado- libre.com.co/MCO-426980652-abono- organico-humus-de-escarabajos-_JM	Precio 1 Kg: \$5.000
	http://articulo.mercado- libre.com.co/MCO-428046330-articulo- nuevo-jardin-tierra-biologica-compost- 12-kgt-dt-_JM	Precio tierra biológica compost: \$39.500 (12 Kg)
	http://articulo.mercado- libre.com.co/MCO-425871270-abono- biorganico-palm-mixtex-vegetal-_JM	Precio abono biorgánico: \$20.900 (4 Kg)
Homecenter	http://www.home- center.com.co/homecenter- co/product/132611/Tierra-biologica- compost-3-kilos/132611	Precio tierra biológica compost: \$9.900 (3 Kg)

METALES Base de datos Encuesta Anual Manufacturera 2014
RECUPERADOS
– PLÁSTICO
RECUPERADO

Cuentas (código CPC 2.0):

3927001 Plástico recuperado

3934002 Chatarra de hierro

3936101 Chatarra de cobre

3936301 Chatarra de aluminio

Se estableció un precio promedio de mercado dividiendo el valor de la producción total entre la cantidad total producida menos las existencias al 31 de diciembre de 2014.

ANEXO 4. Listado de impactos ambientales

N°	COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL
1	Agua	Calidad del agua	Incremento de infiltraciones de sustancias peligrosas
2	Agua	Calidad del agua	Incremento de la concentración de compuestos clorofenacéticos
3	Agua	Calidad del agua	Incremento de la concentración de compuestos nitrogenados
4	Agua	Calidad del agua	Incremento de la concentración de compuestos organofosforados
5	Agua	Calidad del agua	Incremento de la concentración de residuos de medicamentos
6	Agua	Calidad del agua	Incremento de la contaminación por ácido de batería
7	Agua	Calidad del agua	Incremento de liberaciones de zinc en el agua
8	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de la concentración de antimonio
9	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de la concentración de arsénico
10	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de la concentración de berilio
11	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de la concentración de bifenilos policlorados (PCBs) en el agua
12	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de la concentración de bromo
13	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de la concentración de cadmio
14	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de la concentración de cloro
15	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de la concentración de compuestos orgánicos sintéticos en el agua
16	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de la concentración de contaminantes radiactivos en el agua
17	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de la concentración de fósforo
18	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de la concentración de litio
19	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de la concentración de materia orgánica (Saprobización)
20	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de la concentración de mercurio
21	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de la concentración de metales pesados en el agua
22	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de la concentración de nutrientes en el agua (Eutrofización)
23	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de la concentración de óxido de bario
24	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de la concentración de plomo
25	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de la demanda bioquímica de oxígeno DBO
26	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de la demanda química de oxígeno DQO
27	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de la dureza
28	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de la turbidez
29	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de los sólidos disueltos
30	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de los sólidos sedimentables
31	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de los sólidos suspendidos
32	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución de olores ofensivos - desagradables
33	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución del oxígeno disuelto
34	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución del potencial de acidificación
35	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución del potencial de ecotoxicidad acuática
36	Agua	Calidad del agua	Incremento o disminución del potencial de eutrofización

N°	COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL
37	Agua	Patrones de drenaje	Incremento o disminución de la infiltración
38	Agua	Patrones de drenaje	Incremento o disminución de la ocurrencia de inundaciones
39	Agua	Patrones de drenaje	Interrupción del drenaje
40	Agua	Régimen hidrológico	Alteración del ciclo hidrológico
41	Agua	Volumen de agua	Incremento o disminución de la oferta hídrica para consumo humano
42	Agua	Volumen de agua	Incremento o disminución de la oferta hídrica para uso recreativo
43	Agua	Volumen de agua	Incremento o disminución de la oferta hídrica para usos agropecuarios
44	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento de la concentración de hollín
45	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento de la concentración de humos y vapores tóxicos
46	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento de la concentración de negro de humo
47	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento de la concentración del polvo de plomo
48	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento o disminución de la concentración de benceno
49	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento o disminución de la concentración de bifenilos policlorados (PCBs)
50	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento o disminución de la concentración de carbón elemental
51	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento o disminución de la concentración de Cloruro de Hidrógeno (HCl) en el aire.
52	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento o disminución de la concentración de compuestos orgánicos volátiles (VOC)
53	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento o disminución de la concentración de dióxido de carbono en el aire
54	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento o disminución de la concentración de dioxinas en el aire
55	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento o disminución de la concentración de Fluoruro de Hidrógeno (HF) en el aire
56	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento o disminución de la concentración de furanos en el aire
57	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento o disminución de la concentración de gases de efecto invernadero
58	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento o disminución de la concentración de hidrocarburos aromáticos polihalogenados (PHAH)
59	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento o disminución de la concentración de metales pesados
60	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento o disminución de la concentración de metano en el aire
61	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento o disminución de la concentración de monóxido de carbono en el aire
62	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento o disminución de la concentración de Óxido Nitroso en el aire
63	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento o disminución de la concentración de óxidos de azufre en el aire
64	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento o disminución de la concentración de óxidos de nitrógeno en el aire
65	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento o disminución de la concentración de PAH (Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos)
66	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento o disminución de la presencia de bioaerosoles en el aire
67	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento o disminución de partículas suspendidas totales
68	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento o disminución del material particulado
69	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento o disminución del número de partículas en el aire
70	Atmósfera	Calidad del aire	Incremento o disminución del polvo
71	Atmósfera	Clima y microclimas	Reducción del potencial de impacto al cambio climático

N°	COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL
72	Atmósfera	Ruido	Incremento o disminución de los decibeles
73	Comunidad	Bienestar social	Conversión de áreas de escaso valor en áreas de aprovechamiento comunitario
74	Comunidad	Bienestar social	Disminución de la calidad de vida
75	Comunidad	Bienestar social	Disminución de las condiciones de habitabilidad urbana
76	Comunidad	Bienestar social	Fomento de la disposición inadecuada de residuos
77	Comunidad	Bienestar social	Generación de expectativas en la población
78	Comunidad	Bienestar social	Inclusión social, visibilización y dignificación de los recuperadores o recicladores
79	Comunidad	Bienestar social	Incremento de riesgo de incendios y explosiones
80	Comunidad	Bienestar social	Incremento de tráfico vehicular por desvíos asociados proyecto
81	Comunidad	Bienestar social	Rechazo social
82	Comunidad	Bienestar social	Surgimiento del efecto NIMBY (Not In My Back Yard)
83	Comunidad	Ocupación del territorio	Pérdida del territorio ocupado por el relleno
84	Comunidad	Población	Emigración de la población
85	Comunidad	Salud	Aumento en la incidencia de enfermedades virales y bacteriales
86	Comunidad	Salud	Incremento de afectaciones sobre el desarrollo antropométrico (peso-talla, peso-edad, talla-edad)
87	Comunidad	Salud	Incremento de afectaciones sobre el desarrollo conductual
88	Comunidad	Salud	Incremento de afectaciones sobre el desarrollo neurológico
89	Comunidad	Salud	Incremento de afectaciones sobre el desarrollo reproductivo
90	Comunidad	Salud	Incremento de dolores de cabeza
91	Comunidad	Salud	Incremento de enfermedades del sistema nervioso
92	Comunidad	Salud	Incremento de enfermedades en el sistema reproductivo
93	Comunidad	Salud	Incremento de enfermedades renales
94	Comunidad	Salud	Incremento de estrés emocional o ansiedad
95	Comunidad	Salud	Incremento de irritación en los ojos
96	Comunidad	Salud	Incremento de la resistencia a bacterias
97	Comunidad	Salud	Incremento de náuseas o vómito
98	Comunidad	Salud	Incremento de patógenos y/o organismos vectores de enfermedades
99	Comunidad	Salud	Incremento de riesgo de aborto
100	Comunidad	Salud	Incremento de riesgo de efectos mutagénicos
101	Comunidad	Salud	Incremento de riesgo de enfermedades cerebrales
102	Comunidad	Salud	Incremento de riesgo de enfermedades de la piel
103	Comunidad	Salud	Incremento de riesgo de enfermedades hepáticas
104	Comunidad	Salud	Incremento de riesgo de enfermedades óseas
105	Comunidad	Salud	Incremento de riesgo de enfermedades respiratorias
106	Comunidad	Salud	Incremento de riesgo de enfermedades transmisibles por mosquitos (ej.: malaria, fiebre amarilla y dengue)
107	Comunidad	Salud	Incremento de riesgo de transferencia de contaminantes vía alimenticia
108	Comunidad	Salud	Incremento de riesgo potencial de afectaciones a la salud humana por contaminación del agua
109	Comunidad	Salud	Incremento de riesgos de cáncer

N°	COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL
110	Comunidad	Salud	Incremento de riesgos de defectos de nacimiento
111	Comunidad	Salud	Incremento del riesgo de desnutrición infantil
112	Comunidad	Salud	Incremento del riesgo de deterioro en el desarrollo cognitivo
113	Comunidad	Salud	Incremento del riesgo de enfermedades circulatorias
114	Comunidad	Salud	Incremento del riesgo de enfermedades del sistema endocrino
115	Comunidad	Salud	Incremento del riesgo de enfermedades del sistema inmunológico
116	Comunidad	Salud	Incremento del riesgo de infecciones
117	Comunidad	Salud	Incremento del riesgo de intoxicación por plomo
118	Comunidad	Salud	Incremento del riesgo de lesiones infecciosas por objetos corto punzantes
119	Comunidad	Salud	Incremento del riesgo de patologías de órganos de los sentidos
120	Comunidad	Salud	Incremento o disminución de la morbilidad
121	Comunidad	Salud	Reducción del potencial de toxicidad para la salud humana
122	Cultura	Valores y prácticas culturales	Generación de conciencia ambiental en la población
123	Economía	Actividades económicas	Cambio en las actividades económicas
124	Economía	Actividades económicas	Incremento o disminución de las oportunidades de negocio
125	Economía	Actividades económicas	Incremento o disminución del turismo
126	Economía	Empleo	Incremento o disminución de la oferta de empleo
127	Economía	Mercados y comercio	Incremento o disminución del costo de la propiedad
128	Economía	Mercados y comercio	Incremento o disminución del valor de la tierra
129	Economía	Sistemas extractivos	Incremento de la oferta de energía a partir de biogás
130	Economía	Sistemas extractivos	Pérdida de materiales recuperables
131	Economía	Sistemas extractivos	Recuperación y conservación de recursos y materias primas
132	Economía	Sistemas productivos	Incremento del nivel de la oferta de abonos orgánicos para poblaciones rurales
133	Fauna	Cadenas tróficas	Incremento de trastornos alimenticios en animales acuáticos
134	Fauna	Cadenas tróficas	Incremento o disminución de especies plaga (insectos, moluscos, roedores, etc.)
135	Fauna	Hábitat	Alteración del intercambio gaseoso en los ecosistemas acuáticos
136	Fauna	Hábitat	Disminución o eliminación del hábitat
137	Fauna	Hábitat	Pérdida de nichos ecológicos
138	Fauna	Hidrofauna	Bioacumulación de sustancias tóxicas en organismos acuáticos
139	Fauna	Hidrofauna	Feminización en especies de peces
140	Fauna	Hidrofauna	Incremento o disminución de la tasa de reproducción
141	Fauna	Población	Afectación de los ciclos de reproducción de especies animales
142	Fauna	Población	Afectación de los órganos respiratorios animales
143	Fauna	Población	Desplazamiento o ahuyentamiento de fauna
144	Fauna	Población	Incremento de efectos adversos en animales por medicamentos
145	Fauna	Población	Incremento de la susceptibilidad a enfermedades
146	Fauna	Población	Incremento de riesgo de defectos de nacimiento en animales
147	Fauna	Población	Incremento de riesgo de efectos mutagénicos en animales

N°	COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL
148	Fauna	Población	Incremento de trastornos en procesos biológicos
149	Fauna	Población	Introducción de bacterias resistentes en el ambiente
150	Fauna	Población	Introducción de genes al ambiente
151	Fauna	Población	Muerte de individuos de especies animales
152	Fauna	Población	Pérdida de microfauna
153	Fauna	Población	Reducción del tiempo de vida de las especies
154	Flora	Coberturas vegetales	Disminución de la fotosíntesis
155	Flora	Coberturas vegetales	Impedimento del intercambio gaseoso en plantas
156	Flora	Coberturas vegetales	Incremento o disminución de la absorción mineral en las plantas
157	Flora	Coberturas vegetales	Incremento o disminución de la cobertura vegetal
158	Flora	Coberturas vegetales	Pérdida de individuos de especies de flora
159	Flora	Hidroflora	Desplazamiento de hidroflora
160	Flora	Hidroflora	Fractura de corales
161	Flora	Hidroflora	Pérdida de individuos de especies de hidroflora
162	Geoforma	Geología	Cambio en las geoformas
163	Geoforma	Morfoestructura	Desestabilización de taludes
164	Geoforma	Morfología	Cambios en la morfología y topografía
165	Infraestructura	Servicios públicos	Agotamiento de la capacidad del relleno sanitario
166	Infraestructura	Servicios públicos	Aumento de la vida útil del relleno sanitario
167	Infraestructura	Servicios públicos	Deterioro de las condiciones geotécnicas
168	Infraestructura	Servicios públicos	Disminución de las tasas de biodegradación
169	Infraestructura	Servicios públicos	Incremento de la colmatación
170	Infraestructura	Servicios públicos	Incremento de la demanda de agua potable
171	Infraestructura	Servicios públicos	Incremento de la demanda de energía
172	Infraestructura	Servicios públicos	Incremento de residuos aceitosos
173	Infraestructura	Servicios públicos	Incremento de riesgo de daño a las infraestructuras de disposición final de residuos
174	Infraestructura	Servicios públicos	Incremento en el costo de la gestión de residuos
175	Infraestructura	Servicios públicos	Incremento en el costo del servicio de alcantarillado
176	Infraestructura	Servicios públicos	Reducción de la disposición de residuos
177	Institucionalidad	Gobierno	Uso ineficiente del presupuesto
178	Institucionalidad	Instituciones	Mayores costos en atención de salud
179	Paisaje	Fisionomía	Cambio en la estética característica del paisaje
180	Suelo	Calidad del suelo	Cambio en las propiedades físicas y químicas del suelo
181	Suelo	Calidad del suelo	Incremento de los lixiviados
182	Suelo	Calidad del suelo	Incremento del riesgo de derrames de sustancias contaminantes
183	Suelo	Calidad del suelo	Incremento o disminución de la concentración de compuestos orgánicos sintéticos en el suelo
184	Suelo	Calidad del suelo	Incremento o disminución de la concentración de metales pesados en el suelo
185	Suelo	Calidad del suelo	Pérdida de las capas del suelo
186	Suelo	Calidad del suelo	Presencia de cenizas en el suelo

N°	COMPONENTE	FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL
187	Suelo	Calidad del suelo	Presencia de residuos metálicos en el suelo
188	Suelo	Estructura	Aumento de la densidad aparente (Compactación)
189	Suelo	Fertilidad	Aumento del potencial de producción
190	Suelo	Fertilidad	Disminución o eliminación del horizonte orgánico
191	Suelo	Fertilidad	Disminución o eliminación del potencial de producción
192	Suelo	Fertilidad	Incremento o disminución de la capacidad de intercambio catiónico CIC
193	Suelo	Fertilidad	Incremento o disminución de la concentración de nutrientes
194	Suelo	Fertilidad	Incremento o disminución de la desertificación
195	Suelo	Fertilidad	Incremento o disminución del pH
196	Suelo	Fertilidad	Pérdida de suelo – Erosión
197	Suelo	Fertilidad	Pérdida del humus vegetal
198	Suelo	Uso	Cambio en el uso del suelo
199	Suelo	Uso	Incremento o disminución de las áreas destinadas a la urbanización
200	Suelo	Uso	Incremento o disminución de las áreas destinadas a otras actividades económicas