



TÍTULO

**ANÁLISIS DE LA DINÁMICA SOBRE LA GESTIÓN DEL
RELLENO SANITARIO DE DOÑA JUANA
(BOGOTÁ, COLOMBIA), COMO FACTOR DE PERTURBACIÓN:
UNA APROXIMACIÓN CONCEPTUAL DESDE LOS SISTEMAS
ECOLÓGICOS EMERGENTES Y LA RESILIENCIA**

AUTOR

Luis Felipe Pinzón Uribe

Fecha de lectura	28/01/2016
Institución	Universidad Internacional de Andalucía
Directores	Dr. Carlos Montes del Olmo Dr. Álvaro Chávez Porras
Programa de Doctorado	Doctorado en Tecnología Ambiental y Gestión del Agua
ISBN	978-84-7993-614-3
©	Luis Felipe Pinzón Uribe
©	De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía
Fecha de edición electrónica	2016



Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas

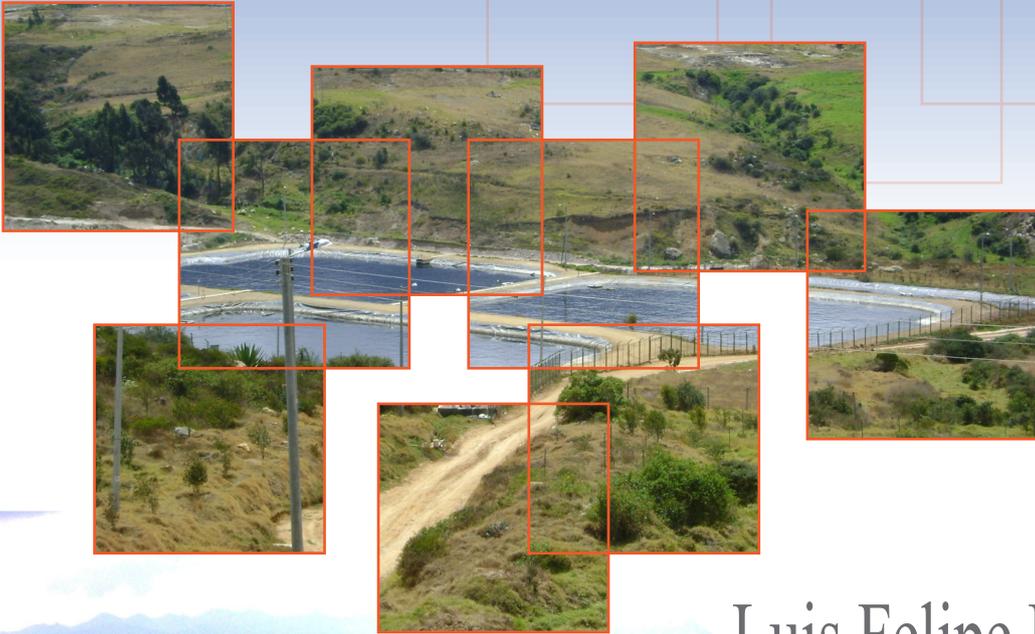
Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciadore (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
- **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
- **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
- *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
- *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*

**Análisis de la dinámica sobre la gestión del
RELLENO SANITARIO DOÑA JUANA
(Bogotá, Colombia), como factor de perturbación:
Una aproximación conceptual desde los sistemas
ecológicos emergentes y la resiliencia**



Luis Felipe Pinzón Uribe

2015



un
i Universidad
Internacional
de Andalucía
A

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE ANDALUCÍA



*ANÁLISIS DE LA DINÁMICA SOBRE LA GESTIÓN DEL RELLENO SANITARIO DE
DOÑA JUANA (Bogotá, Colombia), COMO FACTOR DE PERTURBACIÓN: UNA
APROXIMACIÓN CONCEPTUAL DESDE LOS SISTEMAS ECOLÓGICOS
EMERGENTES Y LA RESILIENCIA*

Memoria presentada por:

LUIS FELIPE PINZÓN URIBE

para optar por el grado de

Doctor en Tecnología Ambiental

Directores

Carlos Montes del Olmo

Universidad Autónoma de Madrid - España

Álvaro Chávez Porras

Universidad Militar Nueva Granada - Colombia

Tutor

Juan Luis Aguado Casas

Universidad de Huelva - España

Huelva - España. 2015

*A mi familia:
Liliana, Valentina, Valeria y Daniela
por todo su amor, apoyo y capacidad de aguante.*

A mi madre Anita.

Agradecimientos

Al ver culminado este documento, me ha hecho pensar en la capacidad de la humanidad para dar solución a los problemas ambientales que hoy se presentan en todos los países del mundo. Solo con la dedicación y voluntad de para hallar respuestas y soluciones a estos, podríamos dejar un mundo nuevo y emergente para que nuestra descendencia pueda disfrutar lo que a nosotras se nos heredó y no hemos sabido cuidar.

No podría dejar de reconocer el esfuerzo y apoyo de mi director y amigo Carlos Montes del Olmo. Con su conocimiento y orientación, desde el inicio de esta odisea, medio su apoyo y ánimo para no bajar la guardia y poder culminar esta experiencia. A mi amigo y compañero de investigaciones Álvaro Chávez, por orientarme desde su área de formación y regalarme parte de su conocimiento.

No puedo dejar de agradecer a la Universidad Militar Nueva Granada de Bogotá, Colombia, por el apoyo económico que me presto para adelantar mis estudios Doctorales. A mis compañeros y amigos, Maritza Duque, Juan Manuel González, Jorge Corredor, Luz Yolanda Morales, Aurora Velazco, Pedro Sánchez y los miembros del grupo de investigación en Producción, Innovación y Tecnología - PIT de la Facultad de Ingeniería; quienes me colaboraron durante estos años en el desarrollo de las fases de campo que se adelantaron para este trabajo.

A mis compañeros de curso doctoral, Maritza, Juan Martin, Alexis, Anthony, Elisabeth, Panario y Ofelia, entre otros; que con su energía me sentí acompañado y apoyado.

Al motor de mi vida, mis mujeres, mi esposa Liliana y mis hijas Valentina, Valeria y Daniela, quienes me regalaron de su tiempo y energía para poder dedicar de su tiempo a escribir este documento. A mi amigo Sami quien me estuvo rondando durante largo tiempo para apoyarme y darme energía.

A todos, y a los que pude omitir sin querer, Gracias.



Índice general

n l i i de la din íca re la ge i n del I I
 g l ía c ac r de er r aci n na a r i aci n c nce al
 de del í e a ec l g íc e er gen e la re l iencia

un
i Universidad
 Internacional
 de Andalucía
A

Índice de contenidos

Agradecimientos	i
Índice de contenidos	iii
Resumen	ix
Abstract	xi
Índice de tablas	xiii
Índice de figuras	xix
Índice de imágenes	xxv
Índice de acrónimos	xxix
1. Introducción	1
1.1. Objetivos e hipótesis	6
1.1.1. Objetivo General	6
1.1.2. Objetivos específicos	7
1.1.3. Hipótesis	7
1.2. Estructura del documento	7
1.2.1. Contenido de los capítulos	8
2. La sociedad y sus residuos sólidos: Un recorrido hacia su gestión sostenible	11
2.1. Los residuos sólidos: concepto, tipología, composición y riesgos	11
2.1.1. El concepto de los residuos sólidos urbanos	14
2.1.2. Clasificación de los residuos sólidos	17

2.1.3.	Composición de los residuos sólidos	19
2.1.4.	Los riesgos de los residuos sólidos urbanos	21
2.2.	Marco normativo para los residuos sólidos	23
2.2.1.	Relación con el contexto internacional	23
2.2.2.	Marco sectorial de los servicios públicos	25
2.2.3.	Gestión y manejo de los residuos sólidos en Colombia	26
2.3.	Evolución de la disposición de los residuos urbanos	29
2.3.1.	Prácticas actuales de disposición de los residuos	31
2.3.2.	Prácticas empleadas en Colombia	32
2.4.	El vertedero de residuos sólidos y sus clases	37
2.5.	Los rellenos sanitarios o vertederos sanitarios	38
2.5.1.	Clasificación de los rellenos sanitarios según el origen de los residuos	40
2.5.2.	Tipos de relleno sanitario	40
2.6.	Los rellenos sanitarios en Colombia	41
2.6.1.	Marco normativo para los rellenos sanitarios	47
2.7.	Consideraciones	49
3.	Marco conceptual de partida: Los rellenos sanitarios una visión desde los ecosistemas emergentes y la resiliencia	51
3.1.	El relleno sanitario como origen del ecosistema emergente	52
3.1.1.	El vertedero de residuos sólidos	52
3.1.2.	El relleno sanitario	53
3.1.3.	Clasificación de los rellenos sanitarios según el origen de los residuos	54
3.1.4.	Tipos de relleno sanitario	54
3.1.5.	Etapas de operación de los rellenos sanitarios	55
3.1.6.	El espacio degradado	59
3.2.	Surgimiento del ecosistema emergente o nuevo	61
3.3.	El ecosistema emergente desde los factores activadores de investigación	64
3.3.1.	Los flujos de producción	68
3.3.2.	La dinámica del sistema social	69
3.3.3.	La estructura de Gobierno	71

3.3.4.	La conformación del paisaje	73
3.4.	El concepto de resiliencia	75
3.4.1.	La resiliencia ecológica	77
3.4.2.	La resiliencia social	79
3.4.3.	La resiliencia socioecológica	80
3.5.	La restauración y el contexto internacional	82
3.5.1.	La restauración ecológica	86
3.5.2.	La restauración del capital natural	90
3.5.3.	La restauración del paisaje degradado	92
3.5.4.	La restauración desde el sistema social	94
3.6.	La sostenibilidad	95
3.7.	Servicios de los ecosistemas o ecoservicios	96
3.7.1.	Tipos de ecoservicios	98
3.7.2.	Función de los ecosistemas: relación con los servicios que prestan..	101
3.8.	Consideraciones	105
4.	La zona de estudio: El relleno sanitario Doña Juana	109
4.1.	Contextualización de la zona de estudio	109
4.1.1.	Localización	112
4.1.2.	Caracterización biofísica	114
4.2.	Bogotá DC, producción y gestión de sus residuos	123
4.2.1.	La población de Bogotá	128
4.2.2.	Aspecto socioeconómico	132
4.2.3.	El coeficiente de GINI para Bogotá	133
4.2.4.	El problema de los residuos sólidos urbanos	135
4.2.5.	Caracterización de los residuos que se producen en la ciudad	136
4.3.	El relleno sanitario Doña Juana: un contexto en la gestión	137
4.3.1.	Gestión de disposición	140
4.3.2.	Gestión de lixiviados	146
4.3.3.	Gestión del aire	154
4.3.4.	Gestión social	165
4.3.5.	Característica del suelo de cobertura del sello	169

4.4.	Causas y síntomas de la degradación del área de estudio	177
4.5.	El vertido del 27 de septiembre de 1997	179
4.5.1.	Posibles causas del vertido	183
4.5.2.	Efectos ambientales	184
4.5.3.	El impacto social	184
4.5.4.	Estado actual de los ecoservicios	185
4.6.	Consideraciones	192
5.	Percepción social de las perturbaciones del relleno sanitario	
	Doña Juana: hacia la resiliencia	195
5.1.	Diseño del método	197
5.2.	Fases de la investigación	199
5.2.1	Fase 1: Descripción del fenómeno	199
5.2.2	Fase 2: Ordenamiento de datos	201
5.2.3	Fase 3: Teorización	208
5.3	Diseño de la Encuesta	208
5.3.1.	Tamaño de la muestra	209
5.4.	Resultados	210
5.5.	Índice socioecológico <i>SE</i>	211
5.5.1.	Compresión del entorno natural <i>CEN</i>	212
5.5.2.	Dependencia del uso de los recursos naturales <i>DUR</i>	213
5.6.	Índice socioeconómico <i>SN</i>	213
5.6.1.	Calidad de vida – Bienestar <i>CVB</i>	214
5.6.2.	Calidad de vida – Seguridad <i>CVG</i>	214
5.6.3.	Calidad de vida – Salud <i>CVS</i>	215
5.6.4.	Captación ocupacional <i>CAO</i>	216
5.6.5.	Infraestructura comunitaria <i>INF</i>	217
5.6.6.	Estabilidad habitacional <i>EH</i>	218
5.7.	Índice institucional <i>SI</i>	219
5.7.1.	Capacidad de anticiparse al cambio <i>CAN</i>	220
5.7.2.	Capital social estructural <i>CASE</i>	220
5.7.3.	Capital social cognitivo <i>CASC</i>	222
5.7.4.	Compensación a la comunidad <i>CC</i>	222

5.7.5.	Actividad organizativa en torno a los recursos naturales <i>ORN</i>	223
5.8.	Capacidad adaptativa de la comunidad <i>CAC</i>	224
5.9.	Consideraciones	225
6.	Una aproximación a las tendencias del conocimiento: Su injerencia en la gestión de los rellenos sanitarios	227
6.1.	Tratamiento de la información	228
6.2.	Análisis de la información	231
6.2.1.	Evolución de la temática de los rellenos sanitarios	231
6.2.2.	Características de la forma de difusión	241
6.3.	Consideraciones	246
7.	Propuesta para la rehabilitación del relleno sanitario Doña Juana: Una visión desde la resiliencia	249
7.1.	Algunas experiencias en restauración de rellenos sanitarios	252
7.1.1.	Algunas experiencias en Colombia	256
7.2.	Tendencias en la restauración de rellenos sanitarios	259
7.2.1.	La internacionalización del concepto	262
7.2.2.	Problemas que presenta la minería de vertedero	264
7.3.	Propuesta de protocolo para la rehabilitación para el relleno sanitario Doña Juana	265
7.3.1.	Ventajas de la propuesta	267
7.3.2.	Alcances de la propuesta	268
7.4.	Protocolo de rehabilitación	269
7.4.1.	Fase de planificación	270
7.4.2.	Fase de diagnóstico	271
7.4.3.	Fase de participación y experimentación	272
7.4.4.	Fase de exploración biológica	272
7.4.5.	Fase de evaluación y seguimiento	273
7.4.6.	Fase de arraigo	273
7.5.	Consideraciones	273
8.	Conclusiones	277

9.	Glosario de términos	283
10.	Bibliografía consultada	299
11.	Anexos	315



Resumen y Abstract

Análisis de la dinámica sobre la gestión del RELLENO SANITARIO DE DOÑA JUANA (Bogotá, Colombia), como factor de perturbación: Una aproximación conceptual desde los sistemas ecológicos emergentes y la resiliencia

Resumen

Los rellenos sanitarios pueden ser considerados ecosistemas nuevos que requieren de un proceso de rehabilitación luego de ser clausurados, buscando el surgimiento de una nueva estructura ecológica ya que requieren de un direccionamiento organizado que favorezca el tránsito de un ecosistema degradado a uno nuevo. Fenómeno que requiere de una intervención antropogénica que permita la recuperación de la estructura y funciones del ecosistema, mediante un proceso de sucesión secundaria que lleve al surgimiento de un ecosistema nuevo. El presente trabajo se asumió como zona de estudio el relleno sanitario Doña Juana, en Bogotá, Colombia, como un ecosistema de poco valor paisajístico y poco atractivo hacia las comunidades, que merece el esfuerzo de ser restaurado o rehabilitado, ya que por sus características perdió su capacidad de generar ecoservicios lo que le permitiría incorporar un valor social. Para el desarrollo de este trabajo se realizó una revisión bibliográfica en el periodo comprendido entre el año 2010 al 2015, que evidenció que en los últimos años se ha despertado un interés en la investigación de esta problemática, llegando a la conclusión que en la medida en que los factores activadores de surgimiento converjan, se propician las condiciones necesarias para reconocer a los ecosistemas degradados como un elemento fundamental para los socioecosistemas.

Palabras clave: relleno sanitario, ecosistema nuevo, ecosistema degradado, restauración, rehabilitación.

Abstract

Landfills can be considered as new ecosystems that require a process of rehabilitation after being closed down, looking for the emergence of a new ecological structure because requiring an organized addressing to promote the transit of a degraded ecosystem to a new one. A phenomenon that requires an anthropogenic intervention to allow recovery of the structure and functions of the ecosystem, through a process of secondary succession that will lead to the emergence of a new ecosystem. This work was assumed as a study area landfill Doña Juana, in Bogotá, Colombia, as an ecosystem of little landscape value and unattractive to the communities, which deserves the effort be restored or rehabilitated, since their features lost its ability to generate ecoservicios which would allow it to incorporate a social value. The development of this work was carried out a review of the literature in the period between the year 2010 to 2015, which showed that in recent years interest has been aroused in the investigation of this problem, reaching the conclusion that insofar as activators emergence factors converge, is conducive to the necessary conditions for ecosystems degraded as a fundamental element for the social ecosystems.

Key words: landfill, new ecosystem, degraded ecosystem, restoration, rehabilitation, resilience.



Indices

- Índice de Tablas**
- Índice de Figuras**
- Índice de Imágenes**
- Índice de Acrónimos**

Análisis de la dinámica sobre la gestión del RELLENO SANITARIO DE DOÑA JUANA (Bogotá, Colombia), como factor de perturbación: Una aproximación conceptual desde los sistemas ecológicos emergentes y la resiliencia

Índice de tablas

Capítulo 1.

Capítulo 2.

- Tabla 2-1. Definiciones científicas y legales del termino residuo sólido. Fuente el autor.
- Tabla 2-2. Tipología de los residuos sólidos. Fuente: Norma técnica colombiana GTC 24 de 2009.
- Tabla 2-3. Actividades generadoras de residuos Sólidos Municipales en Latinoamérica. Fuente: Banco Mundial (2014).
- Tabla 2-4. Composición porcentual de los RSM, según el nivel de ingresos de sus habitantes. en Latinoamérica. Fuente: Banco Mundial (2014).
- Tabla 2-5. Relación de enfermedades generadas por los Residuos que son transmitidas por vectores. Fuente: Jaramillo (2002).
- Tabla 2-6. Legislación internacional adoptada por Colombia en el área del medio ambiente. Fuente: MADS (2015).
- Tabla 2-7. Convenios internacionales marco sobre residuos sólidos. Fuente: MIRE (2015).
- Tabla 2-8. Normatividad colombiana sobre residuos sólidos y sus consecuencias. Fuente: MADS (2015).

Tabla 2-9. Comparación numérica y porcentual de los sistemas de disposición en Colombia. Fuente: SISP (2014)

Tabla 2-10. Compendio de Normas nacionales referentes a los rellenos sanitarios. Fuente: SISP (2014)

Capítulo 3.

Tabla 3-1. Servicios de los ecosistemas y su dinámica de variación. Fuente: el autor.

Tabla 3-2. Tipos de servicios de los ecosistemas con los indicadores de servicio evidenciados Fuente: Gómez y De Groot (2007)

Capítulo 4.

Tabla 4-1. Clasificación del suelo en Bogotá. Fuente: Plan de Ordenamiento territorial 2014.

Tabla 4-2. Localidades de la ciudad de Bogotá DC. Fuente: Secretaría Distrital de Planeación (2014)

Tabla 4-3. Valores de población Total y por sexo proyectada para el Periodo 2000 – 2020. Fuente: DANE 2015

Tabla 4-4. Proyección de población por Localidades a 2015. Fuente SDP

Tabla 4-5. Coeficiente de GINI, por localidades Fuente: DANE - SDP. Encuesta Multipropósito para Bogotá 2014

Tabla 4-6. Disposición de Residuos en el RYSDJ, Periodo 2002 – 2014 Fuente: SDP, 2014

Tabla 4-7. Volúmenes dispuestos en las diferentes Zonas del RSDJ; Fuente: (CGR Doña Juana S.A. ESP, 2011)

Tabla 4-8. Composición fisicoquímica del lixiviado de la planta del relleno sanitario Doña Juana.

- Tabla 4-9. Relación de Compuestos contaminantes presentes en RYS Urbanos donde no se realiza la selección y control de los RESU Fuente: Ministerio del medio Ambiente. Resolución 189 de 1994.
- Tabla 4-10. Resultados de los contenidos de metales pesados presentes en el lodo de lixiviado de la planta de tratamiento del RSDJ, frente a las normas NTC 5167 como a la US-EPA 40 CFR 503. Fuente el autor.
- Tabla 4-11. Resultados de los contenidos de macroelementos presentes en el lodo de lixiviado de la planta de tratamiento del RSDJ. Fuente el autor.
- Tabla 4-12. Resultados de los contenidos de microelementos presentes en el lodo de lixiviado de la planta de tratamiento del RSDJ. Fuente el autor.
- Tabla 4-13. Composición del biogás generado durante la fermentación de los residuos, con base en el volumen seco. uente:<http://www.miliarium.com/>
- Tabla 4-14. Tiempo de permanencia en la atmósfera de los GEI según su composición Fuente: IPCC, 2001, Syntesis Report, p. 189, Serrano (2006)
- Tabla 4-15. Porcentaje de gas que se puede captar según el tipo de relleno. Fuente: Roben (2002).
- Tabla 4-16. Proyectos aprobados en RYS de Colombia, para el aprovechamiento energético del biogás. Fuente Serrano, (2010)
- Tabla 4-17. Perturbaciones generadas sobre la comunidad cercana al RYSDJ, comparativo 2009 – 2014. Fuente: SDHT-CENAC. Convenio de Asociación 082/2014.
- Tabla 4-18. Lista de macronutrientes del suelo.
- Tabla 4-19. Lista de oligoelementos o micronutrientes del suelo
- Tabla 4-30. Localización de los puntos de muestreo, Fuente el autor

Capítulo 5.

- Tabla 5-1. Preguntas de la encuesta para el índice socioecológico.
- Tabla 5-2. Preguntas de la encuesta para el índice socioeconómico. Fuente: el autor
- Tabla 5-3. Preguntas de la encuesta para el índice institucional. Fuente: el autor.
- Tabla 5-4. Valor porcentual de cada pregunta según el índice.
- Tabla 5-5. Valores resultantes para el indicador CEN
- Tabla 5-6. Valores resultantes para el indicador DUR
- Tabla 5-7. Valores resultantes para el indicador CVB
- Tabla 5-8. Valores resultantes para el indicador CVG
- Tabla 5-9. Valores resultantes para el indicador CVS
- Tabla 5-10. Valores resultantes para el indicador CAO
- Tabla 5-11. Valores resultantes para el indicador INF
- Tabla 5-12. Valores resultantes para el indicador EH
- Tabla 5-13. Valores resultantes para el indicador CAN
- Tabla 5-14. Valores resultantes para el indicador CASE
- Tabla 5-15. Valores resultantes para el indicador CASC
- Tabla 5-16. Valores resultantes para el indicador CC
- Tabla 5-17. Valores resultantes para el indicador ORN

Capítulo 6.

Tabla 6-1. Clasificación de los temas y subtemas desarrollados con la temática de la investigación. Fuente: el autor.

Capítulo 7.

Tabla 7-1. Tendencia de usos de proyectos desarrollados en espacios degradados por el desarrollo de rellenos sanitarios a nivel mundial. Fuente: el autor

Tabla 7-2. Relación de primeros proyectos de minería de vertedero Fuente: el autor

Índice de figuras

Capítulo 1.

- Figura 1-1. Hoja de ruta del desarrollo de la Tesis, donde se aprecia la estructura del marco conceptual sobre la dinámica del RYSDJ desde una visión sistémica y la relación de los diferentes capítulos para dar cumplimiento a los objetivos propuestos.

Capítulo 2.

- Figura 2-1. Distribución de los dos marcos regulatorios de los residuos sólidos y sus entes participativos
- Figura 2-2. Mapa político de Colombia con sus ciudades capitales. Fuente: IGAC (2015)
- Figura 2-3. Distribución de los diferentes sistemas de disposición por municipios y Departamentos. Fuente: SISP (2014)
- Figura 2-4. Distribución de los rellenos sanitarios por región natural de Colombia, donde sobresalen las regiones naturales. Fuente IGAC (2015).
- Figura 2-5. Distribución de los rellenos sanitarios por región natural de Colombia. Fuente: SISP (2014)

Capítulo 3.

- Figura 3-1. Etapas básicas para la operación de un relleno sanitario controlado
Fuente: www.barrameda.com.ar (2014)
- Figura 3-2. Aspecto que presenta la dinámica de formación de un ecosistema emergente. Fuente: el autor (2015)
- Figura 3-3. Dinamica de la interconexión de los factores activadores de surgimiento, direccionados para la generación de un ecosistema emergente. Fuente: Krook et al.(2012)modificado por el autor
- Figura 3-4. Diferentes tendencias que puede presentar un ecosistema degradado dentro de un proceso de restauración, según los objetivos que se buscan
Fuente: Montes et al. (2008)
- Figura 3-5. Modelo conceptual que ilustra los efectos dañinos que el hombre viene generando de manera directa e indirecta sobre los ecosistemas, (Fuente Vitousek et al., 1997 y modificado por el autor).

Capítulo 4.

- Figura 4-1. Plano que muestra la localización del relleno sanitario Doña Juana respecto al antiguo corredor ecológico, hoy degradado. Fuente: Sanabria y Pinzón (2015).
- Figura 4-2. Dinámica de surgimiento de un ecosistema emergente a partir de la operación del relleno sanitario, caso Doña Juana. Fuente el autor
- Figura 4-3. Localización geográfica del área de estudio – Localidad 19 de Ciudad Bolívar. Fuente: SDP (2011)
- Figura 4-4. MDT que representa la localización altitudinal del relleno de Doña Juana. Fuente: Rodríguez (2011).
- Figura 4-5. Gráfico correspondiente al Balance hídrico presentando en el RYSDJ durante el año 2014. Fuente el autor.
- Figura 4-6. Mapa Político de Colombia con sus ciudades Capitales. Fuente: <http://www.mapaamericalatina.com/>

- Figura 4-7. Mapa de la distribución Política de la ciudad de Bogotá con sus Localidades. Fuente: Alcaldía de Bogotá (2014).
- Figura 4-8. Proyección de la población Total de la ciudad de Bogotá DC. Fuente DANE (2015).
- Figura 4-9. Proyección de la población de la ciudad de Bogotá DC. Por sexo. Fuente DANE 2015.
- Figura 4-10. Diagrama de distribución del coeficiente de Gini por localidades con respecto al de la ciudad de Bogotá.
- Figura 4-11. Caracterización física de los RESU generados en la ciudad de Bogotá DC.
- Figura 4-12. Localización política del RYSDJ respecto a las Veredas limítrofes.
- Figura 4-13. Localización de las zonas de disposición del RYSDJ, Fuente: UAESP (2014).
- Figura 4-14. Caracterización del desarrollo de las fases, duración y generación de los GEI en un RYS. Fuente: EPA (2014)
- Figura 4-15. Corresponde a un corte del perfil que conforma el sello del relleno. Fuente: el autor.
- Figura 4-16. Textura de los Suelos del RYSDJ. Fuente: el autor.
- Figura 4-17. Porcentaje de Materia Orgánica. Fuente: el autor.
- Figura 4-18. Relación de pH presente en los suelos de sello del relleno sanitario Doña Juana. Fuente: el autor.
- Figura 4-19. Relación del contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio presente en el RYSDJ respecto a los puntos adyacentes al mismo. Fuente: el autor.

Capítulo 5.

- Figura 5-1. Índices para determinar la capacidad adaptativa de la comunidad CAC

- Figura 5-2. Indicadores para determinar el índice socioecológico SE
- Figura 5-3. Indicadores para determinar el índice socioeconómico SN
- Figura 5-4. Indicadores para determinar el índice socioeconómico SI.
- Figura 5-5. Correspondiente a la Distribución por género de la comunidad encuestada
- Figura 5-6. Correspondiente a la distribución por edades de la comunidad encuestada
- Figura 5-7. Correspondiente a la distribución por nivel de estudios de la comunidad encuestada
- Figura 5-8. Valor absoluto del índice socioecológico SE
- Figura 5-9. Valor absoluto del índice socioeconómico
- Figura 5-10. Valor absoluto del índice institucional
- Figura 5-11. Valor absoluto del índice de CAC
- Figura 5-12. Índices para estimación de la capacidad de Resiliencia (Fuente: el autor)

Capítulo 6.

- Figura 6-1. Porcentaje de producción de publicaciones por año, periodo 2010-2015
- Figura 6-2. Porcentaje del número de autores que participaron en cada publicación
- Figura 6-3. Distribución porcentual del número de artículos analizados, según el tema principal.
- Figura 6-4. Distribución relativa del número de artículos analizados, según los temas principales de investigación.
- Figura 6-5. Distribución porcentual de los subtemas relacionados con los ecosistemas emergentes.

- Figura 6-6. Distribución porcentual de los subtemas relacionados con la función de los ecosistemas.
- Figura 6-7. Distribución porcentual de los subtemas relacionados con la gestión de residuos sólidos urbanos.
- Figura 6-8. Distribución porcentual de los subtemas relacionados con la gestión de los rellenos sanitarios urbanos.
- Figura 6-9. Distribución porcentual de los subtemas relacionados con la gobernanza en los rellenos sanitarios urbanos.
- Figura 6-10. Distribución porcentual de los subtemas relacionados con perturbaciones manifiestas en los ecosistemas circundantes a los rellenos sanitarios urbanos.
- Figura 6-11. Distribución porcentual de los subtemas relacionados con la resiliencia.
- Figura 6-12. Distribución porcentual de los subtemas relacionados con la restauración de espacios degradados.
- Figura 6-13. Distribución porcentual de los subtemas relacionados con la temática social.
- Figura 6-14. Distribución porcentual de los subtemas relacionados con los sistemas complejos.
- Figura 6-15. Distribución porcentual de los subtemas relacionados con sostenibilidad.
- Figura 6-16. Distribución porcentual de los subtemas relacionados con la vulnerabilidad.
- Figura 6-17. Distribución porcentual de los medios de difusión de los artículos de investigación.
- Figura 6-18. Distribución porcentual de las áreas temáticas en medios de difusión propios de estas.
- Figura 6-19. Distribución porcentual de los artículos según la indexación de los medios.

- Figura 6-20. Distribución relativa de las formas de publicación por ciencias del conocimiento.
- Figura 6-21. Distribución porcentual de los idiomas en los que se presentan las publicaciones.
- Figura 6-22. Distribución porcentual de las formas de publicación de los productos.

Capítulo 7.

- Figura 7-1. Esta figura presenta los fines más comunes a los que se ha destinado a los espacios degradados por proyectos de rellenos sanitarios y vertederos a nivel mundial. Fuente el autor.
- Figura 7-2. Esta figura muestra los países donde se han desarrollado proyectos de restauración en espacios degradados por el desarrollo de vertederos y rellenos sanitarios. Fuente el autor.
- Figura 7-3. Plano que muestra la localización del antiguo corredor ecológico, hoy degradado. Fuente: el autor (2015).

Lista de imágenes

Capítulo 1.

Capítulo 2.

Imagen 2-1. Forma de incineración de los residuos en basureros. Fuente:
<http://contaminacionsp.host22.com/>

Imagen 2-2. En la imagen se aprecia un aspecto de contaminación hídrica generada por el vertimiento de residuos en corrientes de agua. Fuente:
www.unipymes.com

Imagen 2-3. Aspecto que presentan las quemas a cielo abierto. Fuente:
www.nuevofontibonporbogota.com.

Imagen 2-4. Aspecto que presenta la disposición de basuras en un vertedero a cielo abierto. Fuente: Collazos, 2011

Imagen 2-5. En la imagen se aprecia el aspecto que presenta un relleno sanitario durante el proceso de compactación de las capas de RESU. Fuente: el autor 2010.

Capítulo 3.

Imagen 3-1. Aspecto que presenta la conformación de una celda en un sistema de relleno sanitario, se aprecia la fase de recubrimiento de una celda Fuente: el autor (2013).

Imagen 3-2. Aspecto que presenta la cubierta de tierra que cubre la capa de basura dispuesta en la celda del relleno. Fuente: el autor (2013).

Capítulo 4.

Imagen 4-1. Relicto de bosque nativo presente en sectores del área de estudio. Fuente: el autor

Imagen 4-2. Localización espacial en el Distrito Capital, del Relleno Sanitario de Doña Juana (RYSDJ). Fuente: Google Earth (2014).

Imagen 4-3. Localización geográfica de ciudad de Bogotá Fuente: Google Earth (2014).

Imagen 4-4. Panorámica del terreno en donde se encuentra localizado el RYSDJ. Fuente: Collazos (2011).

Imagen 4-5. Conformación de las terrazas de disposición, se aprecian los mantos de cobertura de geomembrana y tierra, para aislar la masa de RESU. Fuente: el autor.

Imagen 4-6. Aspecto que presenta la aplicación de la capa de tierra en el sello de la celda para luego iniciar el proceso de revegetalización. Fuente: el autor

Imagen 4-7. Vista de la planta de tratamiento de lixiviados del relleno de Doña Juana, Fuente: el autor

Imagen 4-8. Aspecto que presenta el sistema de pondajes o piscinas de almacenamiento de lixiviados del RYSDJ. Fuente el autor

Imagen 4-9. Aspecto que presenta la celda de disposición de lodos producidos por la planta de tratamiento de lixiviados. Fuente el autor.

Imagen 4-10. Aspecto que presenta el sistema pasivo de chimeneas en PVC correspondiente a la Zona IV. Fuente el autor.

Imagen 4-11. Aspecto que presenta la planta de generación de energía del RYSDJ. Fuente UAESP (2014).

Imagen 4-12. Aspecto que presenta el perfil de corte del sello del relleno, donde se aprecia una alta concentración de materia orgánica en el horizonte A y una estructura limosa en el horizonte B.

Imagen 4-13. Características del cuadrante de muestreo. Fuente el autor

Imagen 4-14. Aspecto de la georreferenciación de los puntos de muestreo. Fuente el autor

Imagen 4-15. Vista frontal del de la zona del vertido de la masa de residuos tras el accidente del 27 de septiembre de 1997. Fuente: FOPAE.

Imagen 4-16. Fotomosaico, del deslizamiento del 27 de septiembre de 1997, de la masa de RESU que generó el vertido sobre el cauce del río Tunjuelo, con sus direcciones de flujo. Fuente: IGAC (2009), modificado por el autor.

Capítulo 5.

Imagen 5-1. Aspectos de la aplicación de la encuesta a la comunidad residente en cercanías del RSDJ

Imagen 5-2. Aspecto de la entrevista realizada a las personas residentes en cercanías al RSDJ.

Capítulo 6.

Capítulo 7.

Imagen 7-1. Aspecto que presenta una sección del parque ecológico, donde se aprecian los procesos de restauración paisajística que se vienen realizando. Fuente:<http://www.bioagricoladelllano.com.co/>

Imagen 7-2. Aspecto histórico de la operación del vertedero de Moravia de Medellín, hacia 1982, donde se aprecia en la secuencia la labor de reciclaje de sus residentes. Propiedad de: Jorge Melguizo Posada.

Imagen 7-3. Panorámica sobre el aspecto que presentaba el morro de Moravia de Medellín, hacia el 2004, después que se aposentó una comunidad de recicladores, construyendo sus casas sobre la masa de residuos. Fuente: Reciclar ciudad.

Imagen 7-4. Panorámica que mostraba el morro de Moravia de Medellín, hacia el 2010, después del proceso de reubicación de la comunidad. Fuente: Reciclar ciudad.

Imagen 7-5. Diferentes aspectos que presenta el paisaje actual, a 2015, del morro de Moravia de Medellín, después del proceso de intervención y restauración. Fuente: AFP.

Índice de acrónimos

Institucionales

CAR	Corporación Autónoma Regional
DANE	Departamento Nacional de Estadística
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
JAL	Junta Administradora Local
MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
UAESP	Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos
USEPA	Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos

Para el trabajo

CAC	Capacidad adaptativa de la comunidad
CAN	Indicador de capacidad adaptativa al cambio
CAO	Indicador de captación ocupacional
CAS	Sistema complejo adaptativo
CCA	Indicador de capacidad de la comunidad para anticiparse al cambio
CCM	Indicador de compensación de la comunidad
CCS	Indicador de capital social
CEN	Indicador de comprensión del entorno natural
CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de Carbono

CO ₂ -e	CO ₂ equivalente
CRA	Ciclo de renovación adaptativa
CSC	Indicador de capital social cognitivo
CSE	Indicador de capital social estructural
CVB	Indicador de calidad de vida – Bienestar
CVG	Indicador de calidad de vida – Seguridad
CVS	Indicador de calidad de vida – Salud
DIO	Indicador de diversidad ocupacional
DUR	Indicador de dependencia del uso de los recursos naturales
EEP	Estructura del ecosistema principal
GEI	Gases de efecto invernadero
GMCC	Grupo para la mitigación del cambio climático
IEH	Indicador de estabilidad habitacional
INF	Indicador de infraestructura
IPCC	Panel intergubernamental para el cambio climático
LFM	Minería de vertedero
MOO	Indicador de movilidad ocupacional
ORN	Indicador de actividad organizativa en torno a los recursos naturales
PMA	Plan de manejo ambiental
POB	Indicador de pobreza
POT	Plan de ordenamiento territorial
PTL	Planta de tratamiento de lixiviados
REL	Residuo líquido
RESU	Residuo sólido urbano
RSSE	Resiliencia socioecológica
RYS	Relleno sanitario o vertedero sanitario
RYSA	Relleno sanitario anaerobio
RYSDJ	Relleno sanitario Doña Juana
SCSE	Sistema complejo socioecológico
SE	Índice socioecológico
SI	Índice institucional
SISP	Superintendencia de Servicios Públicos

SN	Índice socioeconómico
SSE	Sistema socioecológico
VS	Vulnerabilidad social



Capítulo 1

Introducción

Análisis de la dinámica sobre la gestión del RELLENO SANITARIO DE DOÑA JUANA (Bogotá, Colombia), como factor de perturbación: Una aproximación conceptual desde los sistemas ecológicos emergentes y la resiliencia

1. Introducción

El presente trabajo busca realizar un análisis sobre la dinámica que ejerce el relleno sanitario Doña Juana (RYSDJ) en Bogotá, Colombia, como factor perturbador del sistema socioecológico circundante, partiendo de la relación que hay entre estos y los efectos que generan sus mutuas perturbaciones, motivando cambios y adaptaciones independientes para la generación de un ecosistema emergente a partir de su capacidad de recuperación pero manteniendo su dinámica relacional.

La gestión del relleno sanitario (RYS) comprendida como el conjunto de procesos desarrollados en la operación, disposición y enterramiento de los residuos sólidos urbanos (RESU), ha contribuido a una serie de cambios que han alterado los procesos socioecológicos y que en cierta forma contribuyen a lo que se ha denominado el Cambio Climático (CC) (Pinzón, 2010). La continua incidencia del ser humano sobre la naturaleza como la forma en que este la ha modificado Rosales, (2006) ha recibido el nombre de periodo del Antropoceno, según Pearce, (2007) en Vilches y Gil,(2011); Fernandez, (2011); llegando a generar una serie de perturbaciones antropogénicas de orden catastrófico, como son los efectos extremos del CC que ha afectado a los Sistemas Complejos Socio Ecológicos (SCSE).

Uno de los factores de perturbación o afectación, es el aumento en la generación de residuos; incremento que se ha presentado de forma paralela con el crecimiento de la población, aspecto que ha obligado al desarrollo de técnicas de disposición más amigables con el medio ambiente y donde el RYS se ha presentado como la alternativa

más sana, adecuada y sanitaria (Pinzón, 2010). Los parámetros de diseño y construcción de los RYS buscaron su desarrollo en espacios aislados; donde no presentaran ninguna afectación sobre las comunidades. Sin embargo un aspecto con el que no se contó fue el incremento poblacional, que en un corto tiempo generó procesos de expansión de las ciudades Güereca y Juárez, (2007), que llevaron a las comunidades hasta las áreas donde operaban los rellenos Reques, (2011); que para su momento se localizaron lejos de las ciudades y que con el tiempo fueron abordados por su crecimiento.

Los residuos sólidos urbanos son el resultado de una gran variedad de actividades antrópicas; su manejo es diferente a los residuos líquidos (REL), por su composición y cantidad. Debido a su gestión estos presentan una serie de riesgos para las comunidades; donde la poca estimación que se ha dado a todo lo que tenga relación con ellos, es un factor que ha interferido con su adecuado manejo y disposición; generando la percepción de que el no verlos, es la solución adecuada; sin tener en cuenta el daño ambiental y las repercusiones sobre la salud de las comunidades circundantes (Collazos *et al.*, 2012).

Los sistemas de disposición de los residuos, han evolucionado con el tiempo Espinoza y González, (1012), pero el problema que representan para los sistemas complejos socioecológicos (SCSE) persiste, debido al inadecuado manejo en su operación. La inadecuada gestión se puede traducir en una serie de problemas sociales que aunados a los ambientales, conforman el truncamiento de una dinámica natural, que requiere del análisis y adelanto de estudios que busquen dar soluciones a este problema (SDHT-CENAC, 2013). La aproximación que se hace desde los sistemas complejos, busca la identificación de las dinámicas socioecológicas como el desarrollo de estrategias, que permitan el sostenimiento de las generaciones futuras; buscando la reconfiguración de los ecosistemas, mediante prácticas sostenibles que garanticen la protección de los sistemas naturales existentes, como la aparición de ecosistemas emergentes, asociados a una productividad indefinida de ecoservicios (Sánchez *et al.*, 2012).

Uno de los grandes problemas que presenta el RYS es la degradación del terreno que se utiliza el desarrollo de esta actividad; otros son el impacto que producen sus actividades de descapote y limpieza de las celdas de disposición, que consisten en espacios destinados para colocar y enterrar los residuos; también otras fuentes de contaminación son el acarreo y disposición de los residuos que generan altos niveles de ruido por el tránsito de los caminos recolectores y la maquinaria que dispone, compacta y entierra los residuos; otros aspectos que se conjugan con la operación de estos es la generación de lixiviado que son líquidos que se desprenden de la descomposición de los residuos con un alto poder contaminante, como los malos olores generados por el biogás que es vertido al ambiente de forma directa; estas condiciones traumáticas para el socioecosistema requiere de acciones correctoras entre las que se podría considerar un proceso de restauración del tipo rehabilitación.

Desde su conformación el relleno sanitario presenta las condiciones básicas similares a las requeridas para ser considerado un ecosistema emergente, como son la aparición de una biota única y sin antecedentes históricos en el ecosistema como también este sometido a perturbaciones de carácter antrópico que generen una capacidad adaptativa de estos. Al darse la primera condición con la aparición de una población bacteriana de características aerobias como facultativas, y al estar como segunda condición sometido a las perturbaciones que presenta el enterramiento y cobertura de los residuos en la celda lo que genera la resiliencia en las bacterias para adaptarse al nuevo ambiente. ¿Se podría considerar al relleno sanitario como un ecosistema emergente, y en qué momento pasaría a ser nuevo? Esta inquietud surge al momento que el relleno es clausurado y el proceso de rehabilitación natural o inducido inicia su fase de sucesión para iniciar a prestar ecoservicios.

Los ecoservicios, aparecen como un valor social, generado por la naturaleza para satisfacer las necesidades de los seres humanos; donde su deterioro afecta el bienestar social, debido a la dependencia fundamental que el ser humano tiene de manera directa o indirecta de estos. Los ecoservicios pueden estar asociados al abastecimiento de bienes generados por la estructura del ecosistema y administrados por el ser humano

Martin, (2013); de igual manera hay otros asociados a la regulación, para un adecuado funcionamiento; otro tipo de servicios corresponden a los beneficios que reciben los sistemas sociales de los ecosistemas, desde el punto de vista cultural, que son fundamentales para su bienestar; por último se cuenta con los de soporte que corresponden a la generación de suelos y nutrientes indispensables para el desarrollo de los alimentos (Martín y Montes, 2010).

En el caso colombiano, los RYS han sido una preocupación durante los últimos 20 años, tanto para la comunidad en general como para las entidades ambientales; esta situación ha dado origen a una reglamentación que contempla todos y cada uno de sus procesos. Con este marco legal sectorial, se buscó generar responsabilidades en todos los niveles, mediante la creación de instrumentos enmarcados en un gran sistema nacional de servicios públicos. Estas normas e instrumentos son muy específicos en lo referente a los rellenos sanitarios, donde se evidencia que aun estando prohibidas ciertas prácticas, como la disposición a cielo abierto y en corrientes de agua entre otras, aún se continúan realizando.

Según datos de la Superintendencia de Servicios Públicos (SISP) a 2014, de los 1.102 municipios de Colombia, solo 1.087 informan a la autoridad ambiental la manera en la que disponen sus residuos; de los cuales 856 municipios hacen una adecuada disposición y de estos 774 municipios los disponen en 300 rellenos sanitarios, oficialmente reconocidos y localizados a lo largo del país; 55 en plantas integrales y 27 en celdas de contingencia; consolidándose con ello que los rellenos son la alternativa de disposición más empleada en el país (Pinzón, 2010).

El RYSDJ localizado al sur de la ciudad de Bogotá DC, capital de la República de Colombia; considerado el más grande del País y que recibe los RESU de 9 municipios incluyendo la ciudad capital. Cuenta con un área de 592 ha y se encuentra ubicado en el sector rural de la localidad 19 de Ciudad Bolívar; donde su expansión urbana le permitió llegar a sus inmediaciones.

La comunidad residente en el área cercana al relleno está clasificada en un estrato socioeconómico bajo, por las características de su ingreso y entorno; ya que en la zona se cuenta con una tasa de desempleo de aproximadamente el 11,5%, que comparada con las de otras localidades la clasifica como alta y donde la población presenta un alto índice de movilidad. En cuanto al grado de desigualdad que se presenta en la zona se mide con el coeficiente de GINI, que define el grado de desigualdad en la distribución del ingreso o la riqueza de una unidad territorial; su valor puede variar entre 0 y 1, donde 0 corresponde a una sociedad totalmente equitativa y 1 a una sociedad inequitativa e indicando que sólo un individuo posee todos los ingresos (González, 2009; Pineda, 2012). Otro factor a resaltar son las malas condiciones de las viviendas, donde su número aumenta de forma acelerada por encima del área ocupada. Para el caso, el índice GINI en la zona de estudio tiene un valor de 0,38; lo que ubica estas comunidades en un nivel de ingresos similar pero muy bajo.

Uno de los factores de origen de esta comunidad está dado por el desplazamiento desde regiones con altos índices de violencia, especialmente de sectores de Cundinamarca, Boyacá y el Tolima. Estos desplazamientos se remontan a los años 50; periodo caracterizado por una violencia de origen partidista, que generó la conformación de barriadas sin ningún tipo de servicios, que vieron en la explotación de los ecosistemas la única posibilidad de supervivencia.

La ciudad de Bogotá D.C. y en especial las comunidades cercanas al RYSDJ, se vieron expuestas a una catástrofe el 27 de septiembre de 1997, que generó el deslizamiento y vertido de aproximadamente 1.000.000 de toneladas de RESU (Moreno, 2009). Este vertimiento produjo una emergencia en la ciudad, que afectó la calidad del aire, la salud de las comunidades cercanas al relleno y de las aguas en el cauce del río Tunjuelo (RTJ). Este accidente generó un sofisma de inseguridad y de malestar entre las comunidades, que con el tiempo han antepuesto a la gestión del relleno como la causa principal a todos sus males (Collazos, 2011).

Mediante una gestión social se ha buscado que los niveles de vulnerabilidad de la población residente en los sectores aledaños al RYSDJ y asociados al estrato socioeconómico disminuyan; buscando la minimización de los conflictos ambientales presentes en el área. Otro factor importante de contaminación es la generación inevitable del biogás producido por la descomposición de la basura; en una mezcla de Metano (CH_4), de Dióxido de Carbono (CO_2) como de una cantidad mínima de otros gases y de Ácido Sulfhídrico (H_2S) (Pinzón, 2010).

Para el RYSDJ se calculó un estimado para los primeros 7 años de 5'386.008 t de emisiones de Monóxido de Carbono Equivalente o (CO_2e), con un estimado anual de 827.384 t de CO_2e ., buscando reducir estos valores con el tiempo (CTB, 2013). En la actualidad se cuenta con un sistema activo de extracción forzada y recolección de biogás para las Zonas II del área 2 y VIII; mientras que el resto del relleno cuenta con un sistema pasivo de venteo por chimenea.

El diseño metodológico de este estudio, buscó determinar mediante la aplicación del Método de la Teoría Fundamentada, la Capacidad Adaptativa de la Comunidad (CAC), a partir de determinar factores como el Índice Socioecológico (SE), el Índice Socioeconómico (SN), y el Índice Institucional (SI) de la comunidad residente en el entorno del RYS.

Dependiendo de los niveles de adaptación de la comunidad de la zona de estudios, es un fin de este trabajo busca aportar nuevo conocimiento en cuanto a la transformación de estos ecosistemas degradados en nuevos ecosistemas, fortaleciendo la interacción entre los actores, en pro de un beneficio mutuo.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Realizar el análisis de la dinámica de la gestión del relleno sanitario Doña Juana en Bogotá, Colombia, como un factor generador de perturbaciones; partiendo de su conceptualización como ecosistema emergente y sus efectos sobre la generación de nuevos ecoservicios como parte de una propuesta para su recuperación.

1.1.2. Objetivos específicos

Determinar las características del proceso de degradación del ecosistema primigenio.

Establecer el grado de percepción de la población circundante, frente al relleno sanitario Doña Juana, como un factor de perturbación.

Evaluar el grado de capacidad de adaptación de la población frente a la percepción de la vulnerabilidad generada por el relleno.

Establecer el impacto en la investigación a nivel mundial sobre la temática de los rellenos sanitarios como sistemas emergentes, a partir de la aproximación a las tendencias del conocimiento.

Presentar un protocolo de rehabilitación para el relleno sanitario Doña Juana a partir del ecosistema emergente.

1.1.3. Hipótesis

Un ecosistema emergente tiene la capacidad de entrelazar, mediante su dinámica relacional al socio ecosistema circundante, a partir de la inclusión del factor social como principal modificador para direccionar el tipo de ecoservicios que requiere; para transformar la percepción que tiene la comunidad cercana al relleno sanitario Doña Juana, como la principal perturbación a todos sus problemas.

1.2. Estructura del documento

Esta corresponde a la hoja de ruta que orienta el desarrollo de la investigación, integrando desde una visión sistémica los capítulos, para dar una visión de la dinámica

relacional desde la Ciencia, entre los diversos factores (investigación, comunidad, naturaleza, relleno sanitario y gobernanza), que intervienen en una aproximación desde la resiliencia en la capacidad de emergencia de nuevos ecosistemas y por consiguiente la recuperación de los servicios que estos prestan, como se aprecia en la figura 1-1.

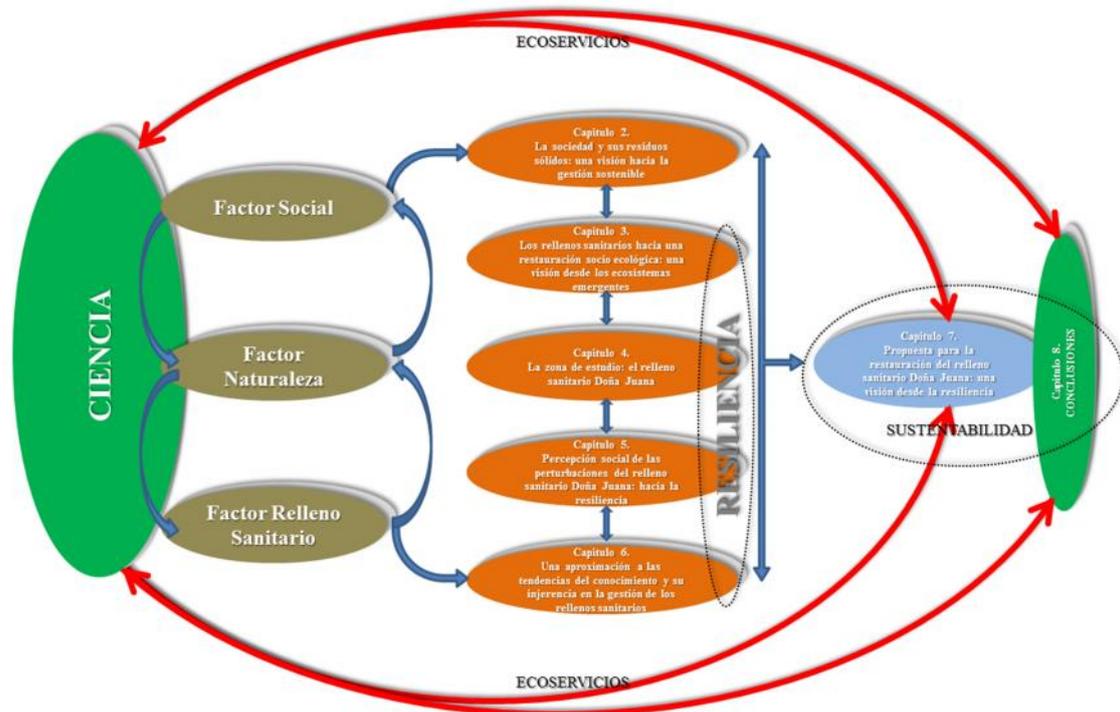


Figura 1.1. Hoja de ruta del desarrollo de la Tesis, donde se aprecia la estructura del marco conceptual sobre la dinámica del RYSDJ desde una visión sistémica y la relación de los diferentes capítulos para dar cumplimiento a los objetivos propuestos en la emergencia desde la resiliencia de un nuevo ecosistema. Fuente: el autor

1.2.1. Contenido de los capítulos

Capítulo 2.

Este capítulo presenta una aproximación descriptiva del recorrido dinámico que se da desde el factor social al proceso de generación de los residuos, a partir de la producción, clasificación, recolección, análisis de composición y disposición final. Teniendo en cuenta el marco sectorial se pretende presentar para cada una de las prácticas, los lineamientos mínimos que se deben cumplir para garantizar la salud del sistema

socioecológico; no solo desde la manipulación de los residuos sino de las perturbaciones que pueda generar su disposición en el relleno. Lo anterior busca activar una gestión adecuada hacia la sostenibilidad que permita ser aplicada en para los rellenos sanitarios de Colombia.

Capítulo 3.

Este capítulo da una visión de relación entre el sistema socio ecológico y los efectos que las perturbaciones tienen sobre estos; dando cuenta su grado de vulnerabilidad, permitiéndole desarrollar como una respuesta adaptativa la resiliencia. Lo anterior lleva a la emergencia de una dinámica natural que con ayuda del factor social puede desarrollar procesos de restauración en busca de la sostenibilidad del ecosistema, para la generación de nuevos ecoservicios.

Capítulo 4.

Este capítulo busca contextualizar al lector en la zona de estudio, brindándole elementos básicos que le permitan ampliar sus comprensiones, proporcionándole la oportunidad de visualizar de forma clara y objetiva las realidades que impactan al socio ecosistema debido a la dinámica relacional que se da entre estos.

Capítulo 5.

Este capítulo visibiliza la voz del factor social residente en la zona de estudio, quien percibe al relleno sanitario Doña Juana como una perturbación, causante de todos sus problemas, desde el punto de vista relacional, de salud, económico y ambiental. Esto permitió evaluar el grado de adaptación frente a la perturbación, evidenciando la necesidad de construir nuevos procesos de adaptación que les permitirá fortalecerse como comunidad mejorando su relación con el entorno y el sistema natural, que les permita gozar de los ecoservicios que les ofrezca el ecosistema emergente.

Capítulo 6.

El presente capítulo busca dar una visión sobre el estado de la investigación respecto a la recuperación de los espacios que han sido degradados por el desarrollo de rellenos sanitarios, buscando una orientación hacia una toma de decisiones que permitan plantear medidas más indicadas. De igual manera el incorporar la investigación en estos procesos, es un factor de importancia para monitorear las tendencias sociales y ambientales que orientan los usos futuros que se vienen dando a estos espacios al momento de ser clausurados. La dinámica de este capítulo se centra en el análisis cuantitativo de la investigación que se ha realizado en el mundo durante los últimos cinco años (2010 – 2015), en el área de la restauración de los espacios degradados producto de la gestión de los rellenos sanitarios; y sus efectos como factor perturbador como en la búsqueda de soluciones para la generación de ecosistemas emergentes.

Capítulo 7.

Este capítulo presenta diferentes experiencias y alternativas que a nivel mundial se han empleado para restaurar y rehabilitar espacios degradados por acción de la gestión de los rellenos sanitarios, buscando la integración con el sistema social que permita la generación de nuevos ecoservicios. Este incluye una propuesta para rehabilitar el relleno sanitario Doña Juana, bajo su condición de ecosistema emergente.

Capítulo 8.

Este capítulo contempla de conclusiones generadas durante el desarrollo de este trabajo, buscando dar al lector una mayor claridad sobre su contenido.



Capítulo 2

La sociedad y sus residuos sólidos: Un recorrido hacia su gestión sostenible

Análisis de la dinámica sobre la gestión del RELLENO SANITARIO DE DOÑA JUANA (Bogotá, Colombia), como factor de perturbación: Una aproximación conceptual desde los sistemas ecológicos emergentes y la resiliencia

2. La sociedad y los residuos sólidos: un recorrido hacia su gestión sostenible

Este capítulo presenta una aproximación descriptiva del recorrido dinámico que se da desde el sistema social al proceso de generación de los residuos, a partir de la producción, clasificación, recolección, análisis de composición y disposición final. Teniendo en cuenta el marco sectorial se pretende presentar para cada una de las prácticas, los lineamientos mínimos que se deben cumplir para garantizar la salud del sistema socioecológico; no solo desde la manipulación de los residuos sino de las perturbaciones que pueda generar su disposición en el relleno. Lo anterior busca activar una gestión adecuada hacia la sostenibilidad que permita ser aplicada en para los rellenos sanitarios de Colombia.

2.1. Los residuos sólidos urbanos: concepto, tipología y riesgos

Los conceptos de sociedad y residuos sólidos, han evolucionado de manera paralela. Durante siglos, el ser humano basó su dieta alimenticia en la recolección de gran variedad de especies vegetales de fácil asimilación y descomposición, y se proveyó de bienes y herramientas de origen natural como madera, cuero, hueso, algodón, etc., con escaso proceso de transformación (Cook y Swyngedouw, 2014), lo cual hacía que la producción de residuos fuese escasa, fueran fáciles de manejar y dispuestos finalmente de manera sencilla, por su origen y volumen, como alimento de ganado. Con su aumento, se buscó disponer de los sobrantes en pequeños agujeros en la parte posterior de la vivienda, mientras que lo demás se disponía en la naturaleza para su reincorporación natural (Chandrappa y Bhusan, 2012).

Con el paso del tiempo, el ser humano dejó de movilizarse y ser recolector. Buscó la forma de obtener sus alimentos de una manera fácil y organizada, minimizando los efectos del desgaste que la movilidad continua le generaba. Para ello, aprovechó la experiencia de algunos grupos que se habían especializado en el cultivo de algunas especies de tubérculos, vegetales y plantas, iniciando así, el proceso de sedentarización que le permitió pasar del aprovechamiento circunstancial de la naturaleza a la producción tecnificada, precedida por la aparición de herramientas, nuevas y mejores, para la técnicas de cultivo que a su vez, generarían la domesticación de las especies vegetales mediante su manejo genético (Armesto *et al.*, 2010; Ickowicz *et al.*, 2012).

Estos aspectos hicieron que otros grupos móviles se unieran y formaran sociedades organizadas, ocupando un mismo espacio geográfico y bajo unas mismas normas, con el argumento de que *“Estas sociedades, al ampliar la capacidad de producción, contaron con excedentes de alimentos que permitieron que un número cada vez mayor de personas abandonara las actividades de subsistencia. Surgió así la división del trabajo, provocando procesos de estratificación social y de organización política”* (Cubitt, 2014).

Para Jost (2015), estos pequeños grupos de comunidades agrícolas, donde el uso de la tierra era colectivo, crecieron mediante uniones de tipo endogámico que buscaban la homogeneidad y especialidad del grupo. Lo anterior generó el paso progresivo a sociedades asentadas en la propiedad privada, cada vez menos solidarias, porque las relaciones que antes estaban reguladas por el parentesco, pasaron a serlo por factores económicos. Hasta este momento, la naturaleza en su sabiduría, aceptaría las actividades antropogénicas o desarrolladas por el ser humano, como una perturbación inocua sobre los procesos naturales que se verían afectados con el tiempo, en especial con la aparición de la revolución industrial, acompañada de todos los avances tecnológicos que aportaría en su momento, al igual que el desarrollo acelerado de las ciudades. Por todo lo anterior, el crecimiento incontrolado aumentó su índice de ocupación espacial, con el obligado repliegue en varios kilómetros del área boscosa circundante, producto de las necesidades básicas de la población (Pinzón, 2010; Kidwell, 2015)

Con la llegada del Antropoceno, haciendo referencia al intervalo geológico donde el hombre y sus obras son las grandes protagonistas de los impactos sobre el medio

natural, el continuo aumento poblacional vino de la mano con un crecimiento económico y consumista de una sociedad que generó la formación de grandes concentraciones y con ello, una gran demanda de bienes, servicios y alimentos, aspecto que en gran manera, contribuyó a un aumento descontrolado en la generación de residuos sólidos urbanos (RESU), (Zaman y Lehmann, 2011). Por consiguiente, la necesidad de tener un sistema de recolección, almacenamiento, transporte y disposición final de grandes volúmenes en lugares que cumplieran ciertas condiciones de localización, espacio y saneamiento ambiental, lo mismo que se garantizaran unas condiciones de salubridad en la población (Onaindia, 2010; Ahsan *et al.*, 2014).

Con lo anterior, se debe considerar que el impacto de las ciudades sobre el medio natural, se presentó por falta de una planeación con visión futurista, lo cual permitiría su desarrollo de una forma ordenada y respetuosa con los ecosistemas presentes. y queda en evidencia que *“la vida urbana cuando se aleja del conocimiento de los procesos naturales es destructiva”*, y la actitud de suponer que cualquier intervención, pérdida o interrupción en el medio natural era inevitable. Con el tiempo, los problemas ambientales han ido adquiriendo más importancia a medida en que se aprecian los efectos sobre el medio natural, siendo de gran trascendencia, poder identificar nuevas formas de armonizar el desarrollo de nuevos proyectos con el medio (Borderías y Martín, 2012; Link *et al.*, 2014; Varvazovska y Prasilova, 2015)

Un elemento fundamental en la sostenibilidad de las urbes, es la gestión de los residuos como elemento fundamental para mejorar la calidad de vida de su población. Esta sostenibilidad tiene una serie prioridades, entre las cuales sobresale la gestión de los gases GEI, producto de la degradación de los residuos en los rellenos sanitarios, donde una inadecuada gestión, es una fuente de conflictos socioambientales. Cabe aclarar que con la aparición de epidemias en el pasado, se evidenció una relación directa entre la gestión de los residuos y la conservación de la salud pública, por lo cual se ha desarrollado una gran preocupación acerca de la búsqueda de las mejores condiciones para su disposición (Wollmann, 2015).

La búsqueda de estas condiciones llevó a los gobiernos, por intermedio de las entidades encargadas del sector ambiental, a buscar espacios geográficos que permitieran el almacenamiento de grandes volúmenes de estos desechos, haciendo uso de una

tecnología como es el relleno sanitario (RYS), técnicamente diseñado para este fin, y aprovechando el uso de depresiones e irregularidades del terreno. También, se buscó que por su distancia de los centros poblados, no tuviesen un impacto social significativo. Sin embargo, la presión urbana y el continuo crecimiento poblacional, desarrollaron estructuras urbanas de forma desorganizada que llegaron a extenderse a terrenos alrededor de estos proyectos (Pinzón, 2010).

En este contexto, se pretende dar un concepto particular sobre los RESU y su injerencia sobre los sistemas sociales y naturales, teniendo en cuenta la composición en Latinoamérica y su evolución en el tiempo, hasta la aparición de los rellenos sanitarios, como la técnica que más se ha amoldado a las condiciones de Colombia, respaldada por legislación y normatividad.

2.1.1. El concepto de los residuos sólidos urbanos (RESU)

Es de importancia, resaltar el hecho de que en el ámbito nacional e internacional, se presentan diferentes formas de entender qué son los RESU, como se muestra en la tabla 2-1. Sin embargo, según Vásquez *et al.* (2013), la expresión residuo sólido está asociada a material de desecho originado por cualquier actividad y cuando se relaciona con sólidos, se hace referencia a los residuos de carácter urbano, generados por el ser humano como resultado de su actividad diaria (viviendas, demoliciones, espacio público, etc.), que por sus características, como su origen, se manejan de manera independiente de los líquidos. Para el desarrollo del presente trabajo, se utilizó como concepto base, la definición implementada con la Norma Técnica Colombiana GTC 86 de 2003.

La subjetividad del término exige tener cuidado al definirlo, puesto que lo que representa para unos como sobrante, para otros es materia útil (Avanzini, 2003). Si bien, el ser humano genera residuos por naturaleza, también lo hace por modelamiento en un contexto social, donde no es una prioridad el cuidar el medio natural y al mismo tiempo, con el desarrollo de sus actividades productivas, continuamente genera gran cantidad de residuos. Esta dinámica comportamental permite a su vez, que otras personas puedan disponerlos como materia prima, para adelantar actividades de reciclaje y reúso de los mismos.

Tabla 2.1. Definiciones científicas y legales del término residuo sólido.

Fuente: el autor

<i>Autor</i>	<i>Año</i>	<i>Definición</i>	<i>Fuente</i>
Código Sanitario del Paraguay resolución SG, N° 548	1996	Son los residuos sólidos o semisólidos, putrescibles o no, con excepción de las excretas de origen humano. Se comprende en la misma definición las excretas de origen animal, los restos, cenizas, productos del barrido de la calle, residuos industriales, de establecimientos hospitalarios, bares, plazas, mercados y los desperdicios mineros y agrícolas, entre otros.	http://www.resol.com.br/textos/Paraguai-lei548-96%20(1).htm
Decreto 2104 - Colombia	1983	Se entiende por residuo sólido todo objeto, sustancia o elemento en estado sólido, que se abandona, bota o rechaza	http://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/decreto_2104_1983.htm
US-EPA	1997	Basura corriente o desperdicio generado por hogares, industrias, y oficinas comerciales e institucionales	http://www.epa.gov/wastes/inforesources/pubs/espanol/k97004s.pdf http://www.epa.gov/wastes/inforesources/pubs/infocus/sp-prntg.pdf
Norma Técnica Colombiana GTC 86	2003	Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final.	http://tienda.icontec.org/brief/GTC86.pdf
SEMARNAT - México	2006	Es un material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final	http://siscop.inecc.gob.mx/descargas/legislacion/lgpggir.pdf
Contreras C. y Universidad Javeriana	2006	Objeto, material, sustancia ó elemento sólido, que prestó un servicio Usado ó consumido	http://www.javeriana.edu.co/ier/recursos_usuario/IER/documentos/OTROS/Pres_Residuos_CamiloC.pdf
Icarito	2012	Se entiende por residuos sólidos cualquier basura, desperdicio, lodo y otros materiales sólidos de desechos, resultantes de las actividades domiciliarias, industriales y comerciales.	http://www.icarito.cl/enciclopedia/articulo/segundo-ciclo-basico/ciencias-naturales/organismos-ambientes-y-sus-interacciones/2009/12/63-6561-9-contaminacion-por-residuos.shtml
Vásquez Darío et al,	2013	Son todos aquellos materiales o productos que son desechados y requieren sujetarse a tratamiento o disposición final adecuada.	http://190.116.38.24:8090/xmli/bitstream/handle/123456789/149/vASQUEZ%20manejo%20residuos%20solidos.pdf?sequence=1
Gaggero y Ordóñez	2013	Son aquellas sustancias u objetos abandonados o descartados en forma permanente por quien los produce, por considerarlos ya sin utilidad en su provecho	http://www.opds.gba.gov.ar/uploaded/File/residuos_03_10.pdf
Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS)	2014	Todo material que no tiene un valor de uso directo y que es descartado por su propietario.	http://www.icesi.edu.co/blogs/manejoursors201002/files/2010/08/GUIA-PARA-LA-DEFINICION-Y-CLASIFICACION-DE-RESIDUOS-PELIGROSOS_CEPIS.pdf
ICBF	2014	Es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó ó porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula.	http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/IntranetICBF/macro_procesos/MP_apoyo/G_soporte/G_administrativa/PlanesModelos/PP37%20MPA1%20P5%20Programa%20de%20manejo%20de%20residuos%20s%20C3%B3lidos%20Arauca%20v1.pdf
Contraloría de Bogotá	2015	Cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó o porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula	http://www.contraloriabogota.gov.co/intranet/contenido/Normatividad/Resoluciones/2015/RR_004_2015%20Se%20Derogan%20y%20Adoptan%20Procedimientos%20del%20Proceso%20de%20Gesti%C3%B3n%20de%20Recursos%20F%C3%ADsicos%20en%20la%20Contralor%C3%ADa%20de%20Bogot%C3%A1%20D.C/PROCEDIMIENTO%20MANEJO%20INTEGRAL%20DE%20RESIDUOS%20PGRF-25.pdf
Real Academia Española	2015	Material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación.	http://lema.rae.es/drae/?val=residuo+solido+urbano

Se llega a considerar un contaminante cuando por su cantidad, composición o naturaleza particular, es difícil de integrar en los ciclos naturales, flujos y procesos ecológicos. Según la Norma Técnica Colombiana, GTC 86 de 2003, el término hace referencia a

“cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final”. Por su origen técnico, es la definición aceptada para el contexto colombiano. Sin embargo, por su redundancia y complejidad, para el desarrollo de este trabajo, se define como *“toda materia o elemento sólido que es desechado”*.

El creciente desarrollo global, el incremento en la población y el aumento en los procesos de urbanización, aumentan la producción de residuos, desencadenando una crisis mundial del sector urbano, que se manifiesta en la acumulación de grandes volúmenes. Considerando que en el mundo se generan cerca de 17 mil millones de toneladas y con una expectativa de 27 mil millones para el año 2050 (Karak *et al.*, 2012), de los valores mencionados al menos, 1,3 millones de toneladas corresponden a residuos sólidos urbanos, que pueden llegar a generar 2,2 toneladas en el año 2025, según lo manifiesta Hoornweg y Bhada-Tata (2012). Si bien la problemática es creciente y su gestión se considera como la causante de muchos de los diferentes problemas ambientales, es poca la atención que se le ha dado, precisando que su gestión es un proceso dinámico que requiere de continuos ajustes y por consiguiente, de reformas al marco jurídico (Naredo, 2014).

Con el tiempo, el problema ambiental de los residuos ha ido en aumento, esto es, a medida en que se aprecian sus efectos sobre la naturaleza. Entre estos efectos se puede evidenciar: el deterioro estético de las ciudades y del paisaje; la generación de problemas de salud en la comunidad, debido a la proliferación de vectores generadores de enfermedades; el cambio climático por la generación de GEI; y la emisión de metales pesados a la atmósfera, entre otros (Laurent *et al.*, 2012). Es de gran trascendencia, poder identificar nuevas formas de armonizar el desarrollo de técnicas de disposición con el espacio natural, para evitar las afectaciones en la salud de la población, especialmente la más vulnerable como son los niños menores de cinco años y los adultos mayores de 60; evidenciando la zona de estudio como la segunda y tercera causa de morbilidad en la comunidad, de enfermedades respiratorias y parasitosis intestinal, respectivamente, teniendo mayor énfasis en individuos menores de cinco años y tan solo, superadas por la hipertensión. Si bien, la mortalidad en menores de cinco años

disminuyó entre los años 2005 y 2014, se pasó de una tasa de 19,42 al 15,69%, presentando una reducción de 3,79 muertes por cada 1.000 habitantes (HVH, 2014; HVH, 2014b).

La gravedad del problema se incrementa cuando se observa que en algunos de los centros urbanos de Colombia, la disposición de los residuos se realiza de manera indiscriminada en lugares no apropiados y en mezclas con residuos industriales y hospitalarios. Establecer un sistema para la gestión de los residuos es algo complejo, porque requiere del análisis de diversos factores como son el social, el ambiental y el económico (Antonopoulos, 2014). La ciudad de Bogotá presenta un alto nivel de consumismo que repercute en la necesidad de mayor cantidad de materias primas, con el respectivo deterioro de la naturaleza y el incremento en el continuo costo de los productos.

Los residuos sólidos urbanos (RESU), son el producto tangible de una gran variedad de actividades antropogénicas que por sus características requieren de un tratamiento y disposición adecuada, y que por su composición y cantidad, su manejo es diferente a los residuos líquidos (REL). Debido a su gestión, estos presentan un riesgo para la salud del socioecosistema, entendido este como la relación estrechamente vinculante entre el sistema social y el natural (Martin-López *et al.* 2009); donde la poca estimación que se ha dado a todo lo que tenga relación con ellos, es un factor que ha interferido con su adecuado manejo y disposición, manteniendo la percepción de que no verlos es la solución adecuada, sin tener en cuenta, el daño ambiental y las repercusiones sobre la salud de las comunidades y el ecosistema (Collazos *et al.*, 2011; Br tucu *et al.*, 2014). Sin embargo, desde el concepto de la sostenibilidad, los residuos no son algo que se deba desaparecer sin tener en cuenta el costo social y natural, dando importancia al origen en la separación en la fuente (Alcaldía de Bogotá, 2012).

2.1.2. Clasificación de los residuos sólidos

La clasificación de los residuos sólidos se establece mediante su análisis como fuente de información para factores de densidad de población, nivel de vida, y características de los alimentos que conforman la dieta y de consumo (Wollmann, 2015). En Colombia,

los residuos sólidos se clasifican según la norma técnica colombiana GTC 24 de 2009, en tipos peligroso, no peligroso y especiales (tabla 2-2).

<p><i>Tabla 2-2. Tipología de los residuos sólidos</i> Fuente: Norma técnica colombiana GTC 24 de 2009</p>		
<i>Tipo</i>	<i>Clase</i>	<i>Producto</i>
No peligrosos	Aprovechable	<ul style="list-style-type: none"> - Cartón y papel (hojas, plegadiza, periódico, carpetas). - Vidrio (botellas, recipientes)*. - Plásticos (bolsas, garrafas, envases, tapas)* - Residuos metálicos (chatarra, latas, envases)* - Textiles (ropa, limpiones, trapos) - Madera (aserrín, palos, cajas, guacales, estibas) - Cuero (ropa, accesorios) - Empaques compuestos (cajas de leche, cajas jugo, cajas de licores, vasos y contenedores desechables)*
	No aprovechable	<ul style="list-style-type: none"> - Papel tissue (papel higiénico, paños húmedos, pañales, toallas de mano, toallas sanitarias, protectores diarios) - Papeles encerados, plastificados, metalizados - Cerámicas - Vidrio plano - Huesos - Material de barrido - Colillas de cigarrillo - Materiales de empaque y embalaje sucios
	Orgánicos biodegradables	Residuos de comida Cortes y podas de materiales vegetales hojarasca
Residuos Peligrosos		En el ámbito doméstico, se generan algunos de los siguientes residuos peligrosos: <ul style="list-style-type: none"> - Pilas, lámparas fluorescentes, aparatos eléctricos y electrónicos - Productos químicos varios como aerosoles inflamables, solventes, pinturas, plaguicidas, fertilizantes, aceites y lubricantes usados, baterías de automotores y sus respectivos envases o empaques. - Medicamentos vencidos - Residuos con riesgo biológico tales como: cadáveres de animales y elementos que hayan entrado en contacto con bacterias, virus o microorganismos patógenos, como agujas, residuos humanos, limas, cuchillas, entre otros. Para el manejo de estos residuos, se recomienda no mezclarlos e informarse acerca de diferentes entidades que se encargan de su gestión. En los ámbitos industrial, institucional y comercial está reglamentado con base en la legislación vigente
Residuos Especiales		<ul style="list-style-type: none"> - Escombros - Llantas usadas - Colchones - Residuos de gran volumen como por ejemplo: muebles, estanterías, electrodomésticos Para el manejo de estos residuos, se recomienda informarse acerca de servicios especiales de recolección establecidos

Esta clasificación permite separar los residuos peligrosos de los que no los son. La legislación nacional presenta una relación de requisitos que referencian los residuos que se producen, su manipulación, su posible reuso y almacenamiento acorde con el tipo de composición, sean biodegradables o no biodegradables, pudiendo a su vez, ser combustibles y no combustibles (Díaz y García 2014). Identificar los residuos según su tipología, permite realizar una gestión más acorde con su clase y características, para separarlos con un mayor índice de seguridad, garantizando una cadena de custodia adecuada.

2.1.3. Composición de los residuos sólidos en Latinoamérica

En Latinoamérica, las actividades generadoras de residuos sólidos, aunque no son comunes para todos los países, presentan una tendencia similar, lo cual ha permitido con un estudio del Banco Mundial, establecer valores porcentuales promedios a las diferentes actividades, respecto de la composición de los mismos (Banco Mundial, 2014).

Se puede considerar el residuo sólido urbano (RESU), como todo subproducto que se origina en las viviendas, lugares de trabajo, sector comercial e industrial, según los componentes descritos en la tabla 2-3. Los residuos sólidos municipales (RSM), se producen por actividades como: la residencial que conforma entre el 50 y el 75% de aquellos; la comercial del 10 al 20%; la institucional del 5 al 15%; la industrial del 5 al 30% y el barrido de áreas públicas, con volúmenes del 10 al 20% (Irausquín *et al.*, 2014; Pereira y Escorcía, 2015).

<i>Tabla 2-3. Actividades generadoras de residuos sólidos municipales - RSM en Latinoamérica. Fuente: Banco Mundial (2014).</i>		
<i>Actividad generadora</i>	<i>Componentes</i>	<i>% del Total de RSM</i>
Residencial y domiciliario	Desperdicios de cocina, papeles y cartón, plástico, vidrio, metales, textiles, residuos de jardín, tierra, etc.	50 a 75
Comercial Almacenes, oficinas, mercados, restaurante, hoteles y otros	Papel, cartón, plástico, madera, residuos de comida, vidrio, metales, residuos especiales y peligrosos	10 a 20
Institucional Oficinas públicas, colegios, escuelas, universidades, servicios públicos y otros.	Igual al comercial	5 a 15
Industria (pequeña y mediana) Manufactura, confección, zapatería, sastrería, carpintería, etc.	Residuos de procesos industriales, chatarra, etc. Incluye residuos de comida, cenizas, demolición y construcción, especiales y peligrosos	5 a 30
Barrido de vías y áreas públicas	Residuos que arrojan los peatones, tierra, hojas, excrementos, etc.	10 a 20

Lo anterior evidencia que la actividad que genera mayor cantidad de residuos en Latinoamérica es la residencial, con una producción de entre el 50 y el 70%.

Siguiendo los lineamientos del Banco Mundial, se hace relación a que la configuración física de los residuos varía entre sectores de una ciudad; entre ciudades y regiones de un mismo país y en especial, entre países, aspecto que se encuentra influenciado por el nivel de ingresos o estrato, presente para cada una de estas (tabla 2-4).

Tabla 2-4. Composición porcentual de los RSM, según el nivel de ingresos de sus habitantes. en Latinoamérica. Fuente: Banco Mundial (2014).

Composición (% peso húmedo)	Países		
	Bajos ingresos	Medianos ingresos	Industrializados
Vegetales y materiales putrescibles	40 a 85	20 a 65	20 a 50
Papel y cartón	1 a 10	15 a 40	15 a 40
Plásticos	1 a 5	2 a 6	2 a 10
Metales	1 a 5	1 a 5	3 a 13
Vidrio	1 a 10	1 a 10	4 a 10
Caucho y cuero	1 a 5	1 a 5	2 a 10
Material inerte (cenizas, tierra, arena)	1 a 40	1 a 30	1 a 20
<i>Otras características</i>			
Contenido de humedad %	40 a 80	40 a 60	20 a 30
Densidad kg/m³	250 a 500	170 a 330	100 a 170
Poder calorífico inferior			
Kcal/kg	800 a 1100	1100 a 1300	1500 a 2700

En esta tabla, se puede observar que el contenido de los residuos vegetales y putrescibles en los países de bajos ingresos, está entre 40 a 85%, siendo mayor respecto de países de medianos ingresos e industrializados, que generan entre un 20 a 50%, mientras que la fracción de papel y cartón, es mucho mayor en los países industrializados y los de mediano ingreso, llegando a conformar hasta un 40% de la fracción, en tanto que en los de bajos ingresos, la producción y los valores de generación son muy bajos. Otro aspecto por resaltar, es que la producción de plásticos, metales, estériles y caucho, es superior en los países industrializados. Lo anterior

permite dar cuenta de una paradoja de cómo en los países de bajos ingresos, el desperdicio de residuos orgánicos es superior al de los países industrializados.

2.1.4. Los riesgos de los residuos sólidos urbanos

El consumo de bienes y la generación de residuos en áreas urbanas, requieren de elementos de control que eviten su acumulación y alcance niveles insostenibles y perjudiciales para los socioecosistemas (Bursch, 2014). El hecho de que la población del Planeta se incremente, no es un factor que deba preocuparnos por sí solo, pero se encienden las alarmas en la medida en que aquella se consume recursos naturales como el petróleo y diversos minerales, generando desechos como los gases de efecto invernadero y plásticos, lo cual nos lleva a buscar su disposición ambientalmente segura, lo cual está ligado a su incidencia sobre la salud humana. Esta incidencia, aunque no está completamente establecida, se puede evidenciar según Guerrero *et al.* (2013); Palmiotto *et al.* (2014), teniendo en cuenta los riesgos directos e indirectos que generan una amenaza para la salud humana.

Los riesgos indirectos están relacionados con la propagación de vectores con capacidad de portar microorganismos transmisores de enfermedades, como los descritos en la tabla 2-5, que encuentran en los residuos, un hábitat con condiciones favorables para su proliferación y desarrollo; dependiendo de sus características y medio de dispersión, pueden transmitir desde una enfermedad leve hasta unas de características tan severas como las epidemias que en algunos casos, ocasionan la muerte (Reddy, 2014; Razaq, 2014).

Los riesgos directos se dan en comunidades de recicladores o recuperadores que tienen un contacto directo con los RESU en el origen, que para el caso colombiano, se da debido a que no existe una cultura de separación en la fuente, porque se arrojan de manera combinada, los residuos orgánicos con los otros como vidrios, latón, maderas, algunos contaminados con excrementos humanos y de animales, exponiendo a esta población, a lesiones físicas como a infecciones de carácter parasitario, de piel y ojos, entre otras. Para la ciudad de Bogotá, el nivel de aprovechamiento de los residuos plásticos es muy bajo, llegando a ser de 936,9 t/día, y solo se aprovechan mediante reciclaje, unos 275,7 t/día Ruíz (2013),

Tabla 2-5. Relación de enfermedades generadas por los Residuos que son transmitidas por vectores. Fuente: Jaramillo (2002).

<i>Tipo de vector</i>	<i>Tipo de enfermedad</i>	<i>Forma de transmisión</i>
Mosquitos	Malaria Leishmaniosis Fiebre amarilla Dengue Filariosis	Picadura del mosquito hembra
Moscas	Fiebre tifoidea Salmonelosis Cólera Amibiasis Disentería Giardiasis	Vía mecánica (alas, patas y cuerpo)
Cucarachas	Fiebre tifoidea Heces Cólera Giardiasis	Vía mecánica (alas, patas y cuerpo)
Ratas	Peste bubónica Tifus murino Leptospirosis Mal de rabia	Mordisco, orina y heces pulgas
Aves	Toxoplasmosis	Heces
Cerdos	Cisticercosis Toxoplasmosis Triquinosis Teniasis	Cisticercosis Toxoplasmosis Triquinosis Teniasis

Los Riesgos para el ser humano, ante la falta de una disciplina cívica de la comunidad, hace que las autoridades no puedan cumplir con la función encomendada. En lo expuesto por Jaramillo (2002), son factores de este riesgo el índice de pobreza, enmarcado en un contexto de desplazamiento forzado, donde el común denominador es el abandono de los campos y su migración a las grandes ciudades, que genera ejércitos de recuperadores (recicladores), que buscan en esta actividad, su medio de subsistencia (Jutta, 2012). La comunidad de recicladores o recuperadores desarrolla su labor en condiciones precarias y en horarios y jornadas prolongadas. Para García (2011), se estima una población de 18.506 personas relacionadas con esta labor que conforman 3.592 hogares en la ciudad de Bogotá. De estas, 8.479 laboran directamente en esta actividad, y logran recuperar un volumen de 600 toneladas diarias de material reciclable.

2.2. Marco normativo para los residuos sólidos

2.2.1. Relación con el contexto internacional

La preocupación mundial por el efecto de las acciones del ser humano sobre el medio natural, tiene orígenes muy remotos, cuando las Naciones Unidas celebraron la primera conferencia sobre asuntos ambientales en la ciudad de Estocolmo en 1972. Como resultado de este evento, se dio la creación del Ministerio del Medio Ambiente y la participación mundial en la Cumbre de Río en 1992 que dio como fruto, su participación en la Agenda 21, donde se establecieron las bases para el manejo integral de los residuos sólidos municipales (RESM), tratando temas como la reducción en la producción, la recolección y manejo, el reciclaje y los sistemas adecuados de disposición (MVDT, 2014).

El Estado colombiano ha destacado y defendido su posición, en cuanto a garantizar una mayor calidad ambiental, construyendo soluciones para el cambio climático, y consciente de la problemática ambiental nacional y mundial que se presenta, ha suscrito, adoptado y establecido, desde los años 70, una serie de Convenios y Normas legales de importancia para la gestión ambiental. En el campo internacional, los Convenios adoptados por Colombia en su mayoría, están orientados al espacio marítimo y acuático; al sector de flora y fauna; el cambio climático y biodiversidad; el transporte y comercialización de sustancias peligrosas (tabla 2-6).

Sin embargo, para el tema de residuos sólidos, sobresalen el convenio de Basilea de 1989 y reafirmado en 2011, y el de Rotterdam de 2004 y reafirmado en 2015 (MADS, 2015).

Tabla 2-6. Legislación internacional adoptada por Colombia en el área del medio ambiente. Fuente: MADS (2015).

Convención sobre la plataforma continental, Ginebra, 1958
Convenio internacional sobre responsabilidad por daños causados por la contaminación de aguas del mar con hidrocarburos (1969), y protocolo "CLC 69/76 (1976)
Convenio para la protección del patrimonio mundial, cultural y natural. París, 1972
Convenio sobre el comercio internacional de especies amenazadas: fauna y flora silvestre. Washington, 1973
Convenio internacional para prevenir la contaminación por buques, 1973. Protocolo relativo a la contaminación del mar (MARPOL), por buques 1978.
Convenio sobre la constitución de un fondo internacional de indemnización de daños causados por la contaminación del mar con hidrocarburos (1971), y su protocolo El Fondo 71/76 (1976)
Acuerdo sobre la cooperación regional para el combate de la contaminación del Pacífico Sudeste por hidrocarburos y otras sustancias nocivas, en caso de emergencia. Lima, 1981.
Convenio de las Naciones Unidas sobre el derecho del Mar. Jamaica, 1982
Protocolo de cooperación para combatir derrames de hidrocarburos en la región del Gran Caribe. Cartagena, 1983
Protocolo complementario del Acuerdo sobre la cooperación regional para el combate de la contaminación del Pacífico Sudeste por hidrocarburos y otras sustancias nocivas, en caso de emergencia. Quito, 1983.
Protocolo para la protección del Pacífico Sudeste contra la contaminación marina proveniente de fuentes terrestres. Quito, 1983
Convenio para la protección del medio marino y la zona costera del Pacífico Sudeste – Ley 45-85
Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. Basilea, 1989 reafirmado en 2011.
Protocolo para la conservación y ordenación de las zonas marinas y costeras protegidas del Pacífico Sudeste. Paipa, 1989
Protocolo relativo a las zonas protegidas del Convenio para la protección y desarrollo del medio marino de la región del Gran Caribe. 1990
Convenio sobre la diversidad biológica. Río de Janeiro, 1992
Protocolo sobre el programa para el estudio regional del fenómeno El Niño en el Pacífico Sudeste. Lima, 1992
Convenio relativo a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (RAMSAR), acogido por Colombia en 1997.
Convenio de Rotterdam para la aplicación del procedimiento de consentimiento fundamentado previo a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos, objeto de Comercio Internacional de 2004 y reafirmado en mayo de 2015

Para el caso de convenios, protocolos y organismos internacionales referidos a los residuos sólidos como son los de Cambio Climático de los cuales Colombia hace parte, se muestran en la tabla 2-7.

Tabla 2-7. Convenios internacionales marco sobre residuos sólidos. Fuente: MIRE (2015)

<i>Referencia</i>	<i>Dirección de enlace</i>
Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)	http://unfccc.int
Protocolo de Kioto a la CMNUCC	http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php
Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono	http://www.unep.org/ozone
Protocolo de Montreal sobre Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono	http://www.unep.org/ozone
Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC).	http://www.ipcc.ch/index.htm
Organización Meteorológica Mundial (OMM)	http://www.wmo.int/pages/index_es.html
Alianza Global de Investigación sobre Gases de Efecto Invernadero	http://www.globalresearchalliance.org/
Euroclima	http://www.euroclima.org
Diálogo regional de América Latina sobre financiamiento climático	http://climatefinance.info

La importancia de los convenios firmados por Colombia respecto de los residuos sólidos, versa sobre sus efectos sobre las condiciones del cambio climático, en especial, la generación de gases de efecto invernadero como factor que interviene en el efecto invernadero (Pinzón, 2010).

2.2.2. Marco sectorial de los servicios públicos

Para Colombia, la gestión de los RESU es responsabilidad de los municipios, según lo establece la Constitución en su artículo 311, donde se indica como responsabilidad, velar por la prestación del servicio, como promover, financiar y cofinanciar proyectos para mejorar la infraestructura de los servicios públicos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se establecen las normas que al año 2015, enmarcan el servicio de aseo, como se aprecia en la tabla 2-8, donde en la Ley 142 de 1994 y el Decreto 1713 de 2002, se establecen las responsabilidades por los efectos ambientales y de salud que genera la prestación del servicio de aseo en el personal que lo realiza (SISP, 2014).

De igual manera, las normas establecen instrumentos de intervención, donde se definen las competencias, responsabilidades y roles de las entidades que conforman el sistema nacional para los servicios públicos. De esta forma, se evita la duplicidad de funciones, y se hace más eficiente la gestión del sector.

En lo referente al cumplimiento de las normas, el control y vigilancia fue asignado a la Superintendencia de Servicios Públicos, mientras que el control y seguimiento ambiental de los usos del suelo, como la gestión de los RESU, la expedición de permisos y las acciones policivas del caso, corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR).

2.2.3. Gestión y manejo de los residuos sólidos en Colombia

Para el caso de los residuos sólidos, Colombia cuenta con una serie de normas (tabla 2-8), que se enmarcan en la Constitución Nacional de 1991, en cuyo Capítulo 3, establece los “Derechos Colectivos y del Ambiente”, más exactamente en el artículo 78, que menciona la regulación control y calidad de los bienes de los servicios públicos, incluido el de aseo y estableciendo las responsabilidades.

En su artículo 79, aclara que todas las personas tienen derecho a “*gozar de un ambiente sano*”; siendo deber del Estado, la protección de la diversidad e integridad del ambiente. Su artículo 80, estipula el desarrollo de una planificación para el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales que permita su conservación y restauración; además, busca que se realicen controles sobre los factores de deterioro ambiental como la imposición de sanciones.

De igual manera, establece en su artículo 365, que es responsabilidad del Estado, garantizar el suministro, calidad y eficiencia de los servicios públicos dentro del objetivo social que este cumple (CPC, 1991).

Tabla 2-8. Normatividad colombiana sobre residuos sólidos y sus consecuencias.

Fuente: MADS (2015)

Norma	Contenido de la norma	Consecuencias
Ley 2811 de 1974	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente	Da las herramientas mediante el <i>Dec 1608 de 1978</i> ; en cuanto reglamentación sobre medio ambiente, que luego reglamentó la investigación científica sobre diversidad <i>Dec. 309 de 2000</i> ; se reglamentó la protección de los paisajes <i>Dec. 1715 de 1878</i> ; se reglamentó la caza comercial <i>Dec 4688 de 2005</i> .
Ley 09 de 1979	Medidas sanitarias sobre manejo de residuos sólidos	Mediante medidas reglamentarias a esta, se prohibió el uso del DDT, <i>Dec. 704 de 1986</i> ; se prohibió la importación y fabricación de productos organoclorados <i>Dec. 305 de 1988</i> ; se reglamentó la gestión componentes anatómicos humanos <i>Dec. 1172 de 1989, Dec. 1546 de 1998, Dec. 2493 de 2004</i> ; se establecieron medidas regulatorias y sancionatorias <i>Dec. 126 de 2010</i>
Resolución 2309 de 1986	Define los residuos especiales, los criterios de identificación, tratamiento y registro. Establece planes de cumplimiento vigilancia y seguridad.	Incorporó los residuos especiales a la norma, evitando su disposición con los comunes
Decreto Reglamentario 2462 de 1989	Reglamenta los procedimientos sobre explotación de materiales de construcción.	Se genera la base reglamentaria para la explotación de minas canteras para la construcción y vías.
Resolución 541 de 1994	Reglamenta el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales concreto y agregados sueltos de construcción.	Generó una reglamentación propia para el manejo y disposición de escombros
Ley 99 de 1993	Se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.	Se reglamentó el Código Nacional de los recursos naturales, <i>Dec. 4688 de 2005</i> ; reglamentó la prestación del servicio de aseo público, <i>Dec. 2981 de 2013</i> ; y la movilización de especímenes de diversidad biológica, <i>Res.438 de 2001</i> .
Ley 142 de 1994	Dicta el régimen de servicios públicos domiciliarios	Su reglamentación transforma la prestación de los servicios públicos que eran monopolio del Estado y da cabida al sector privado <i>Dec. 2785 de 1994</i> ; se reglamentan los subsidios a los servicios públicos <i>Dec. 847 de 2001</i> ; se reglamenta la prestación del servicio y la relación con los usuarios <i>Dec. 302 de 2000</i> ; reglamentó la prestación del servicio público de aseo, y en el marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos <i>Dec. 2981 de 2013</i> .
Documento CONPES 2750 de 1994	Políticas sobre manejo de residuos sólidos	Generó una alerta sobre el estado de los servicios públicos, su manejo y prácticas de disposición final. Se dan las primeras bases para la política de gestión de los servicios públicos
Resolución 0189 de 1994	Regulación para impedir la introducción al territorio nacional de residuos peligrosos.	Esta resolución evitó que se continuara con la importación de residuos peligrosos que venían siendo enterrados en el país.
Resolución 0189 de 1994	Regulación para impedir la entrada de residuos peligrosos al territorio nacional.	Generó las regulaciones para impedir la introducción al territorio nacional de residuos peligrosos.
Decreto 605 de 1996	Reglamenta la ley 142 de 1994. En cuanto al manejo, transporte y disposición final de residuos sólidos	Reglamentó todo lo relacionado con los equipos de prestación de servicio de aseo domiciliario.
Decreto 1713 de 2002	Se reglamenta la prestación del servicio público de aseo en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos	Entró a organizar las no conformidades de la prestación del servicio de aseo por parte de la entidad encargada, organizando el manejo y aprovechamiento.
Decreto 838 de 2005	sobre disposición final de residuos sólidos	Estableció parámetros de localización de áreas para la posible ubicación de los rellenos sanitarios; de igual manera, dio las pautas para establecer restricciones y prohibiciones a estas, y establece consideraciones ambientales para planear, construir y operar los rellenos.
Ley 1252 de 2008	se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos	Amplió las sanciones impuestas por la Ley 99 de 1979
Decreto 2981 de 2013	se reglamenta la prestación del servicio público de aseo	Se garantizó la participación de las comunidades en la gestión y fiscalización en la prestación del servicio; estableció responsabilidades en los generadores de los residuos.

A partir de la Constitución de 1991, se reorienta la participación del Estado, asumiendo funciones de supervisión y regulación para la provisión de los servicios públicos a las comunidades, cuya facultad lo autoriza para provisionarlos a la comunidad de manera directa o indirecta, siendo en alguno de los casos, prestados por comunidades organizadas o por compañías de carácter privado, redefiniendo salvaguardas en la Ley 142 de 1994 dentro de un marco institucional de los servicios públicos (Uribe y CEPAL, 2014).

En Colombia, la preocupación del Estado por el medio natural tiene sus inicios en los años 70 con la aprobación de la Ley 2811 de 1974 en la cual se dio vida al Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, dando inicio a una serie de cambios y herramientas a la investigación sobre el manejo de ecosistemas, preservación de la flora y la fauna nativa, así como el manejo de los residuos sólidos, y el origen a otra serie de normas reglamentarias a ella.

Este manejo de los residuos y sus efectos ambientales son parte de la preocupación del Estado, por lo cual su gestión se contempla en la Ley 99 de 1993, con la creación del Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), así como el Sistema Nacional Ambiental (SINA), con la función compleja de articular las autoridades locales, regionales y nacionales en la preservación del capital natural y limitada bajo el principio del rigor subsidiario, donde las normas locales no deben ser más estrictas que las nacionales, pero para el caso de la Ley 99, permitió lo contrario en asuntos ambientales. Esta dualidad de la norma se debió a las diversas características regionales del País, enmarcadas en la diversidad cultural, geográfica y climática (MADS, 2015).

El manejo de los residuos para Colombia, se dividió en dos marcos regulatorios: el primero de carácter ambiental que busca prevenir los riesgos para la salud pública y el medio natural que pudiera generar la inadecuada gestión de los residuos; la segunda es de carácter administrativo, y buscó la sostenibilidad financiera del sistema, con la vigilancia y control de las empresas prestadoras del servicio de manejo de los residuos (figura 2-1), (SSPD, 2014).

Desde sus dos marcos regulatorios, el sistema incorpora diferentes entes gubernamentales en el proceso de toma de decisiones. El marco regulatorio de los servicios públicos domiciliarios, cuenta como entes nacionales principales a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), la Comisión de Regulación de Agua potable (CRA), y el Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio (MVCT); en el ámbito regional, participa el Gobierno Departamental, mientras que en el local, está el Gobierno Municipal. En el marco ambiental, la participación nacional se da con el Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible (MADS); la regional con las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), que se constituyen en la máxima autoridad ambiental, y en el local, las Secretarías de Ambiente (Uribe y CEPAL, 2014).

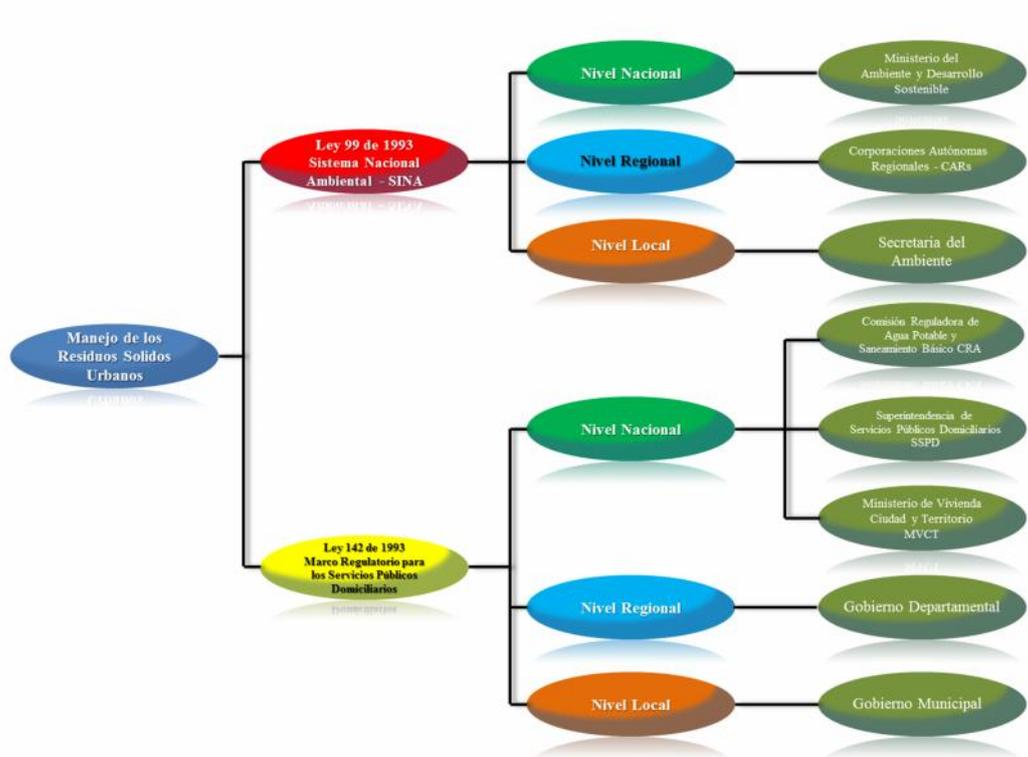


Figura 2-1. Distribución de los dos marcos regulatorios de los residuos sólidos y sus entes participativos. Fuente: el autor

2.3. Evolución de la disposición de los residuos urbanos

Los sistemas de disposición de los residuos han evolucionado con el tiempo, Espinoza y González (2012), pasando por diversas etapas, pero el problema que representan para los sistemas socioecológicos (SSE), persiste, debido al inadecuado manejo en su

gestión. El inadecuado manejo se puede traducir en una serie de problemas sociales que aunados a los ambientales, conforman el truncamiento de una dinámica natural que requiere del análisis y adelanto de estudios que busquen dar soluciones (SDHT-CENAC, 2013). La aproximación que se hace desde los sistemas socioecológicos, busca identificar las dinámicas entre el sistema social y el natural, como el desarrollo de estrategias que permitan el sostenimiento de las generaciones futuras, buscando la reconfiguración de los ecosistemas, mediante prácticas sostenibles que garanticen la protección del sistema natural asociado a una productividad indefinida de ecoservicios (Sánchez *et al.*, 2012).

Durante el proceso de desarrollo y como resultado de su gestión, el ser humano inició la generación de grandes volúmenes de residuos. En sus inicios, la cantidad de pobladores era reducida y la totalidad de sus residuos eran de origen orgánico, lo cual le permitió realizar su disposición de diversas formas, sin generar algún efecto sobre la naturaleza. Plana (2014), manifiesta que no se ha podido establecer una fecha en la cual se pueda determinar el origen del uso de los residuos orgánicos en la agricultura. Se puede evidenciar que la búsqueda de soluciones, se inicia con el incremento poblacional de las ciudades, estableciéndose una diferenciación entre medio urbano y medio rural.

Se estima que la mayor afectación por la mala gestión de los residuos, tiene sus inicios durante la edad media, con la concentración de grandes y crecientes volúmenes de población. En las ciudades, se acrecentaron los problemas de eliminación de los residuos que eran vertidos a las calles, en predios sin edificar y en terrenos cercanos a las ciudades, por la carencia de una infraestructura ambiental mínima que generó una proliferación de vectores transmisores de enfermedades, como lo presenta Edén (2001), en Pinzón (2010), sobre la evolución histórica de los residuos sólidos urbanos, donde manifiesta que *“Los esfuerzos de las autoridades se centraron más en curar la enfermedad, que en conocer y profundizar en las posibles causas que originaron las epidemias”*.

Con el tiempo, han surgido nuevas tendencias higienistas con la necesidad de realizar una reorganización espacial de las ciudades e implementar la construcción de algunas obras como redes de alcantarillado o la disposición de los residuos en vertederos o

espacios alejados de las ciudades, puesto que por la distancia, no presentaban riesgo sanitario.

El tipo de disposición en vertederos a cielo abierto, fue funcional hasta entrado el siglo XX, cuando se fortaleció la idea ambientalista y los vertederos se convirtieron en un problema social. No obstante, se encontró que transportar los residuos a largas distancias, resultaba costoso e incómodo. Incluso en las zonas de poca población, surgió una violenta oposición ciudadana a los vertederos, como lo manifiesta Hontoria *et al.* (2000), aunado a una serie de factores de contaminación entre los cuales se evidencia la diversa composición de los residuos que disminuyó la capacidad de la naturaleza para incorporarlos, y donde la falta de una adecuada gestión en la fuente, incrementó las causas de la problemática.

Otro aspecto para tener en cuenta, es la generación de gases invernadero (GEI), Fernández (2011), producto de la descomposición e incineración de los residuos, los malos olores, la proliferación de vectores terrestres y aéreos, y la generación de lixiviados producto de la descomposición de los RESU que se mezclan con las aguas de lluvia, y que son vertidos a las quebradas y ríos o al infiltrarse en las capas inferiores del suelo, contaminando las aguas subterráneas.

2.3.1. Prácticas actuales de disposición de los residuos

Todo lo relacionado con la gestión de residuos, se ha visto y tratado como un fenómeno de poca relevancia, ya que es mínimo el interés que se ha dado entre los investigadores, al estudio de sus efectos sobre el medio natural, enfocándose en un problema estricto de salud, como lo manifiestan Noguera y Olivero (2010). El afán del ser humano por “desaparecer” los residuos que produce, lo ha llevado con el tiempo, a realizar diferentes prácticas para disponer de ellos, algunas consideradas de carácter adecuado y otras de inadecuado (Collazos *et al.*, 2011).

En muchos países del Mundo, la gestión de los residuos sólidos ha cambiado significativamente, en especial durante los últimos 50 años, pasando de las técnicas de disposición consideradas por los ambientalistas como inadecuadas, a otras más

adecuadas y complejas, buscando reducir los impactos ambientales (Townsend *et al.*, 2015).

Pese a la existencia de prohibiciones al desarrollo de algunas de estas prácticas, por ser consideradas inadecuadas, en algunos países de América Latina aún se observa el empleo de técnicas altamente contaminantes y nocivas para los socioecosistemas. Entre los considerados adecuados, según la Resolución 1890/2011, por las características de confinamiento de los residuos y las condiciones ambientales de los mismos, están los rellenos sanitarios, las plantas integrales y las celdas de contingencia.

2.3.2. Prácticas empleadas en Colombia

Para el caso colombiano, se ha identificado seis tipos de práctica de disposición de los residuos (tabla 2-9), como las más utilizadas, siendo la del relleno sanitario la que más auge ha tomado en los últimos años 60%, seguida por los vertederos a cielo abierto 27,2%, y las plantas integrales en un 9%. También se evidencia, aunque en menor porcentaje, la aplicación de prácticas como los enterramientos en un 1,7%, el vertimiento a cuerpos de agua y la incineración o quemas en 1% respectivamente (Pinzón, 2010).

Se estima que la producción de los 1.102 municipios de Colombia, está cercana a las 26.000 toneladas día. De este volumen, el 40% es generado por las cuatro ciudades más grandes del País: Bogotá con 23%, Cali con 8%, Medellín con 7% y Barranquilla con 2% (Uribe y CEPAL 2014). Según Collazos (2011), la producción de residuos sólidos *per cápita* para una ciudad de tamaño medio es de entre 0.6 y 0.8 kg/día; mientras que para una ciudad grande puede oscilar entre 0.8 y 0.95 kg/día.

Establecidas las diferentes técnicas de disposición, respecto de cómo están distribuidas en el País, se encuentra que 856 de los 1.102 municipios de Colombia, disponen sus residuos en sistemas adecuados como rellenos sanitarios, celdas de contingencia y plantas integrales, disponiendo un volumen aproximado de 22.911 ton/día (SISP, 2014). Teniendo en cuenta que la Resolución 1890 del 23 de septiembre de 2011 incluye el sistema de celda de contingencia dentro de las formas adecuadas de disposición final.

Tabla 2-9. Comparación numérica y porcentual de los sistemas de disposición en Colombia. Fuente: SISP (2014)

<i>Formas de disposición</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Nº de Municipios aportantes</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Municipios aportantes/Formas de disposición</i>
Relleno sanitario	300	44,0	652	60,0	2,13
Botadero	286	41,1	296	27,2	1,03
Planta integral	66	9,5	98	9,0	1,48
Enterramiento	19	2,7	19	1,7	1,00
Cuerpo de agua	8	1,1	11	1,0	1,38
Incineración	11	1,6	11	1,0	1,00
TOTAL	690	100	1087	100	

Teniendo en cuenta la tabla anterior, para satisfacer la demanda se puede presentar el caso en que un relleno sanitario preste sus servicios a dos o más municipios; de allí se genera el valor de 2,13 en la relación entre el número de municipios aportantes y la forma de disposición. En este sentido, se estableció que la carga de residuos observada para el resto de formas de disposición, corresponde aproximadamente a una relación 1:1; es decir, que no existe una diferencia importante entre el número de municipios que emplean los vertederos, plantas integrales, enterramientos, cuerpos de agua y sitios de incineración, con el número de lugares existentes, quizá por encontrarse en menor porcentaje, en el mismo territorio donde básicamente se realiza la disposición de un municipio (SISP, 2014). Esto aplica en menor medida, para las plantas integrales y los cuerpos de agua como formas para la disposición de los residuos, ya que los valores de la relación dieron algo más de la unidad, siendo 1.48 y 1.38 respectivamente. Lo cual implica, de modo similar a los RYS, que un grupo de municipios se encuentra haciendo la disposición de una parte o de la totalidad de sus residuos, en plantas integrales o cuerpos de agua.

De lo anterior se establece que de las técnicas adecuadas para la disposición de los residuos, la práctica más empleada es la de los rellenos, 300 de los cuales se encuentran en operación, junto con 60 plantas integrales (MVDT, 2014). Por otra parte, las técnicas inadecuadas se vienen empleando en 285 municipios. Aunque son prácticas prohibidas por la Resolución 1390 de 2005, aún se realizan. De estas, sobresalen por su capacidad

contaminante de los SSE, la incineración, la disposición en cuerpos de agua y la quema a cielo abierto.

Con la técnica de incineración, se busca reducir los desechos en su tamaño hasta en un 90% y en peso hasta un 75%. Para Pinzón (2010), la incineración ha sido objeto de críticas desde el punto de vista medioambiental, debido a la formación de sustancias tóxicas como dioxinas y furanos, que junto con diferentes metales pesados, pueden ser emitidos a la atmósfera por estos sistemas, como se aprecia en la imagen 2-1. Desde el punto de vista de los ambientalistas, este proceso no es bien visto por su alta capacidad contaminante y su contribución a la generación de infecciones respiratorias que para la ciudad de Bogotá, es la mayor causa de mortalidad en la población infantil menor de cinco años (SDS, 2011).



Imagen 2-1. Forma de incineración de los residuos en basureros a cielo abierto, sector de Bolívar.
Fuente:www.unipymes.com.

La disposición en cuerpos de agua, busca que las corrientes de ríos y quebradas trasladen los residuos fuera de los límites de la población y de la vista del ser humano, transfiriendo el problema a otras comunidades, y produciendo el denominado “*efecto de gallinero*”, donde se genera la contaminación aguas abajo con la obstrucción de los cauces, y generando el deterioro en las condiciones de calidad del agua potable para otras comunidades, como se puede ver en la imagen 2-2, además de desencadenar

problemas sociales y de salud, afectando en gran medida, los servicios que ofrecen los ecosistemas. Este procedimiento no es permitido por la ley, pero son métodos que se utilizan aún en algunas regiones del País.



Imagen 2-2. En la imagen se aprecia un aspecto de contaminación hídrica generada por el vertimiento de residuos en corrientes del río Bogotá.

Fuente: www.unipymes.com

La técnica de quema a cielo abierto, es una práctica que busca la reducción del volumen de los RESU y la eliminación de la fuente generadora de vectores y malos olores (imagen 2-3). Al igual que la anterior técnica, genera diversos tipos de contaminación, como se aprecia en la imagen 2-4. Su impacto se da en la generación de GEI, en especial de CO₂ y vapor de agua. Con la descomposición de los residuos, en el suelo se produce un líquido percolado o lixiviado que llega a afectar las condiciones naturales y la calidad de los ecosistemas y servicios que prestan, con la contaminación de las aguas superficiales y los acuíferos, originando problemas de salud en las comunidades que las consumen. La acumulación de grandes cantidades de residuos tiene efecto negativo en la estética de las ciudades y la pérdida de valor de las tierras cercanas a dichos espacios, debido a la generación de vectores, la mala calidad del aire y el deterioro del paisaje.



Imagen 2-3. Aspecto que presentan las quemas a cielo abierto.
Fuente: www.nuevofontibonporbogota.com.



Imagen 2-4. Aspecto que presenta la disposición de basuras en un vertedero a cielo abierto cerca al Espinal.
Fuente: Collazos, 2011

2.4. El vertedero de residuos sólidos y sus clases

Bajo el término de Vertedero de residuos sólidos (VRS), se incluyen conceptos diferentes, haciendo referencia a espacios donde se disponen los residuos urbanos, según (Martín, 1997; De la Cuesta, 2014). Su clasificación se hace de acuerdo con la normatividad y el desarrollo de los países. Según la norma, pueden ser legales o ilegales. Para los países desarrollados donde la gestión de los residuos constituye una gran preocupación, al tener en cuenta que los vertederos son una solución temporal, y con miras a una necesidad futura, se pueda disponer de los recursos enterrados, mediante el sistema de minería de vertederos (*minin landfill*), se hace una disposición ordenada de los residuos, haciendo que en los países desarrollados donde se tenga esa visión, los vertederos se clasifican de forma genérica en peligrosos, no peligrosos y estériles; mientras que en los países en desarrollo, por la característica de la gestión que se les da, se clasifican en vertederos incontrolados, los controlados anaerobios, los controlados aerobios y los de balas.

El vertedero incontrolado es aquel en el cual no se aplica algún tipo de medidas protectoras de impacto sobre el medio ambiente. Es el tradicional basurero, también llamado botadero a cielo abierto, en algunos países latinoamericanos.

El vertedero controlado anaerobio es en el cual los residuos son depositados, triturados, compactados y cubiertos con tierra a diario, en una zona acondicionada previamente para este fin. Se debe proceder a la depuración de las aguas filtradas (lixiviados), y a la recuperación de los gases generados en el interior del relleno, por la descomposición de los residuos (biogás). Dependiendo del grado de densidad que los residuos almacenados alcancen, se puede hablar de vertederos de alta densidad (0,9 - 1,0 t/m³), media densidad (0,7 - 0,8 t/m³), y baja densidad (0,5 - 0,6 t/m³), (Tchobanoglous *et al.*, 1994).

El vertedero controlado aerobio es similar al anterior, pero sin el recubrimiento diario de los residuos. Con ello, se logra una fermentación aerobia y no genera biogás.

El vertedero de balas es similar al vertedero controlado anaerobio, con la salvedad de que los residuos son previamente empaquetados en fardos de alta densidad (1,1 - 1,2 t/m³), que son apilados y después cubiertos con tierra en el vertedero. Debido a la alta

densidad de los residuos, el agua no penetra en ellos totalmente, por lo cual se produce una menor generación de biogás y de lixiviado.

2.5 Los rellenos sanitarios o vertederos sanitarios

Son un tipo de vertedero controlado anaerobio, diseñado y construido para contener residuos sólidos y minimizar la liberación de los contaminantes que generen (La Greca, *et al.* 1996). Ha sido asumido como un método completo y definitivo, dada su capacidad para recibir todo tipo de desechos sólidos, obviando los problemas de cenizas de la incineración y de la materia no susceptible a la descomposición (Jaramillo, 1991).

El uso del relleno se vio como una solución a una problemática tan antigua como el mismo ser humano, donde al nacer produce 320 gramos de placenta y de igual manera cuando muere, se convierte en polvo; pero durante su existencia, produce gran cantidad de residuos cuya acumulación afecta los ecosistemas y los servicios que prestan, buscando siempre seguir la premisa de origen griego de “*mantén lejos de ti la basura o enfermarás*”.

El relleno forma parte de ese paisaje formalista que diseña y ordena una urbe en sus planes de desarrollo, aunque el planificador busca que estas obras de ingeniería queden retiradas de los centros urbanos, buscando la menor perturbación de la obra por parte de algunos factores antrópicos. Con el tiempo, la dinámica de crecimiento poblacional de las ciudades llega a alcanzar su área de influencia y en ocasiones, invadir con el fin de adelantar proyectos de construcción de vivienda. Según Pineda (1998), el término se empleó para identificar instalaciones donde se disponían, sobre la superficie del suelo, todos los residuos originados en los rechazos de las industrias. En la actualidad, el término de relleno controlado se refiere a instalaciones diseñadas técnicamente con los principios de ingeniería donde son dispuestos los RESU.

Es la solución más empleada desde el punto de vista de la salud pública; en concepto de Jaramillo (1991), “*el RYS es una técnica de eliminación final de los RESU en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública*”, siendo una alternativa económica para disponer los residuos domésticos, industriales y comerciales.

Esta técnica es de las más usadas en el mundo, y la de condiciones sanitarias de mayor aceptación. Sin embargo, su empleo debe incorporar diversas formas de gestión y una estrategia para reducir en gran manera, los volúmenes de residuos para ser dispuestos (Noguera y Olivero, 2010).

Su origen se remonta a la década de los años 30 en Inglaterra, y a los 40 en los Estados Unidos donde se ha avanzado rápidamente, dando una solución final al problema de los RESU, hacia finales de los años 70, con la gestión de grupos ambientalistas y las condiciones antihigiénicas que presentaban los vertederos al aire libre. Por esta razón, se implementó un método de ingeniería que consistió en la disposición ordenada de los residuos en celdas, que es el término utilizado para describir un espacio o depresión donde se dispone un volumen de residuos en el relleno durante un día, según Tchobanoglous (1994), y dispuestos en pequeñas capas que se compactan, buscando reducir su volumen y se cubren con mantos de tierra, para prevenir los efectos negativos sobre el medio natural y así, mitigar el impacto ambiental.

Entre las *ventajas* evidenciadas en esta técnica, encontramos que la inversión es menor que la requerida para cualquier otro proceso; generar material de cobertura para cubrir los RESU en el sitio, disminuye los costos; es un proceso que no requiere procedimientos posteriores; se acondicionan terrenos que en su estado natural, son improductivos, y los llevan a transformarse en áreas útiles para crear zonas verdes de reserva o espacios recreativos; el empleo de mano de obra es reducido frente a los otros sistemas; el biogás que genera puede ser utilizado para su aprovechamiento.

En cuanto a las *desventajas* de la técnica, se puede mencionar: la oposición de las comunidades por desconocimiento y desconfianza; requiere de un proceso de monitoreo constante; cuando el sistema opera en lugares muy apartados, los costos del transporte se incrementan; en el caso de quedar muy cerca de áreas urbanas, se puede generar conflictos sociales; la mala gestión de manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos, tiene la capacidad de contaminar los acuíferos, lo mismo que contaminar el aire por la inadecuada gestión de los gases.

2.5.1. Clasificación de los rellenos sanitarios según el origen de los residuos

Los rellenos técnicamente controlados son construidos para periodos de vida útil entre cinco y 30 años. Según la conformación por fracciones de los residuos que son vertidos, se clasifican en cinco tipos que garantizan estos periodos y a los cuales el Instituto Nacional de Ecología de México (INE, 1999), clasifica de forma ideal así:

- Clase 1: residuos de origen residencial
- Clase 2: residuos de origen municipal (libres de desechos vegetales)
- Clase 3: residuos de origen industrial no tóxicos y cenizas de incineración
- Clase 4: residuos de obra de demolición, cascajo, chatarra y electrodomésticos
- Clase 5: residuos tóxicos y hospitalarios

2.5.2. Tipos de relleno sanitario

Rellenos tipo área: se emplean en terrenos con características topográficas de suelos altamente erosionados y con la presencia de depresiones, cárcavas, canteras, hondonadas naturales y artificiales, pozos generados por el vaciamiento de áreas pantanosas o humedales adyacentes a los ríos u otros similares (Pineda, 1998).

Relleno tipo combinado o rampa: se opera en forma similar a los vertederos de área y zanja, pero los residuos descargados se extienden sobre una rampa, se apisonan y se recubren a diario con una capa de tierra de 0.15 m de espesor, aspecto que permite eliminar hundimientos del piso de la celda y mayor estabilidad. La rampa debe contar con una pendiente de unos 30° (imagen 2-5). Este método es utilizado en terrenos con pendiente moderada o que presentan capas de material que pueda ser usado como recubrimiento o sello del relleno (Pineda, 1998).



Imagen 2-5. En la imagen se aprecia el aspecto que presenta un relleno sanitario durante el proceso de compactación de las capas de RESU.

Fuente: el autor.

Relleno tipo zanja o trinchera: este tipo de vertedero sanitario es de operación sencilla, y consiste en realizar periódicamente excavaciones pequeñas de entre dos y tres metros de profundidad, para luego ser cubiertas con la tierra extraída (Pineda, 1998).

2.6. Los rellenos sanitarios en Colombia

El siguiente apartado genera un acercamiento a la definición y origen de los rellenos sanitarios (RYS), como a su manejo, gestión y disposición final, teniendo en cuenta la normatividad ambiental vigente en Colombia. De igual forma, sirve como marco normativo general sobre los residuos sólidos urbanos (RESU), y las diversas formas de disposición que se han venido utilizando, para llegar al sistema de rellenos como una alternativa tecnológica y visualmente viable, pero no por ello, menos peligrosa para la salud de las comunidades cercanas, como de los socioecosistemas, en especial, al momento de ocurrir un accidente en su operación.

En Colombia, la tasa de crecimiento poblacional ha venido de la mano de un crecimiento económico y consumista de la sociedad (Bursch, 2014), que ha generado la formación de grandes concentraciones de población, especialmente en el área urbana,

llegando a un 78%; y con ello, una gran demanda de bienes, servicios y alimentos que en gran manera, contribuye al aumento descontrolado en la generación de residuos y por consiguiente, la implementación de un sistema de recolección, transporte, almacenamiento y disposición final de estos grandes volúmenes, en lugares que cumplan ciertas condiciones de localización, espacio y saneamiento ambiental, al igual que garantizar unas condiciones de salubridad en la población.

Los rellenos son una técnica que ha permitido al Gobierno, por intermedio del Ministerio del Medio Ambiente, las Corporaciones Autónomas que para el territorio nacional son 27, encargadas del sector, buscar espacios geográficos que faciliten el almacenamiento de grandes volúmenes de desechos en vertederos técnicamente diseñados para este fin. Los RYS además de ser la principal alternativa empleada para disposición de los residuos, reciben el 60% de los 1.102 municipios de 32 departamentos del País (figura 2-2), representando un 40% de la totalidad de los sitios de disposición existentes (SISP, 2014). La necesidad de disposición de residuos, la falta de espacios en los municipios, la mejora en los estándares de calidad del servicio y en las economías de escala, así como en la optimización de las operaciones, aumentó los tiempos de vida útil de los rellenos, y la ampliación de la cobertura, dando origen a los RYS Regionales, como una alternativa para que los municipios encuentren un destino final para sus residuos (figura 2-3).

Entre estas técnicas, la más utilizada es la de vertedero a cielo abierto, que se emplea en 189 municipios; seguido por las celdas transitorias utilizado por 51 municipios; y en menor proporción, los vertimientos a cuerpos de agua en cuatro municipios.



Figura 2-2. Mapa Político de Colombia con sus ciudades capitales. Fuente: IGAC (2015)

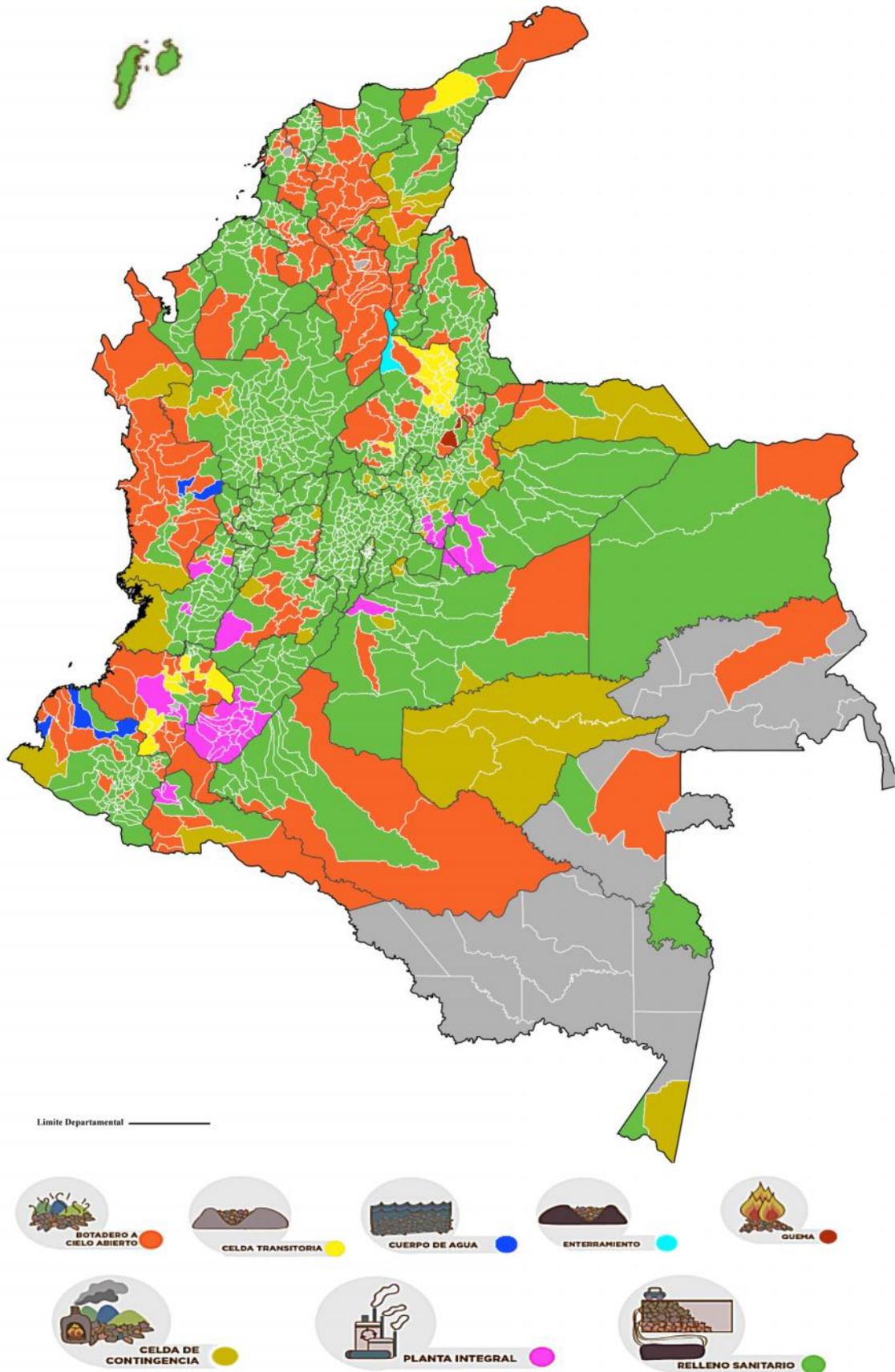


Figura 2-3 Distribución de los diferentes sistemas de disposición por municipios y Departamentos.
Fuente: SISP (2014).

La figura anterior muestra las diversas formas de disposición que se dan a los residuos en Colombia; si bien la legislación establece algunas técnicas de disposición como no autorizadas, aún se emplean en un 22%, que corresponde a 246 municipios. Al evaluar la distribución de los 300 RYS identificados en las regiones naturales del País, se evidencia que el 63% de ellos, se concentran en la región Andina (figura 2-4), con un total de 193 sitios.



Figura 2-4. Distribución de las regiones geográficas de Colombia, donde sobresale la región Andina que por sus condiciones climáticas, es la más habitada del país
Fuente: IGAC 2015.

Mientras tanto, el 37% restante, se reparte entre las demás regiones (Amazonia, Caribe, Orinoquia, Insular y Pacífica); cada una de las cuales tiene entre 19 y 37 RYS en su territorio, para un total de 107 sistemas de este tipo (Pinzón, 2010), (figura 2-5).

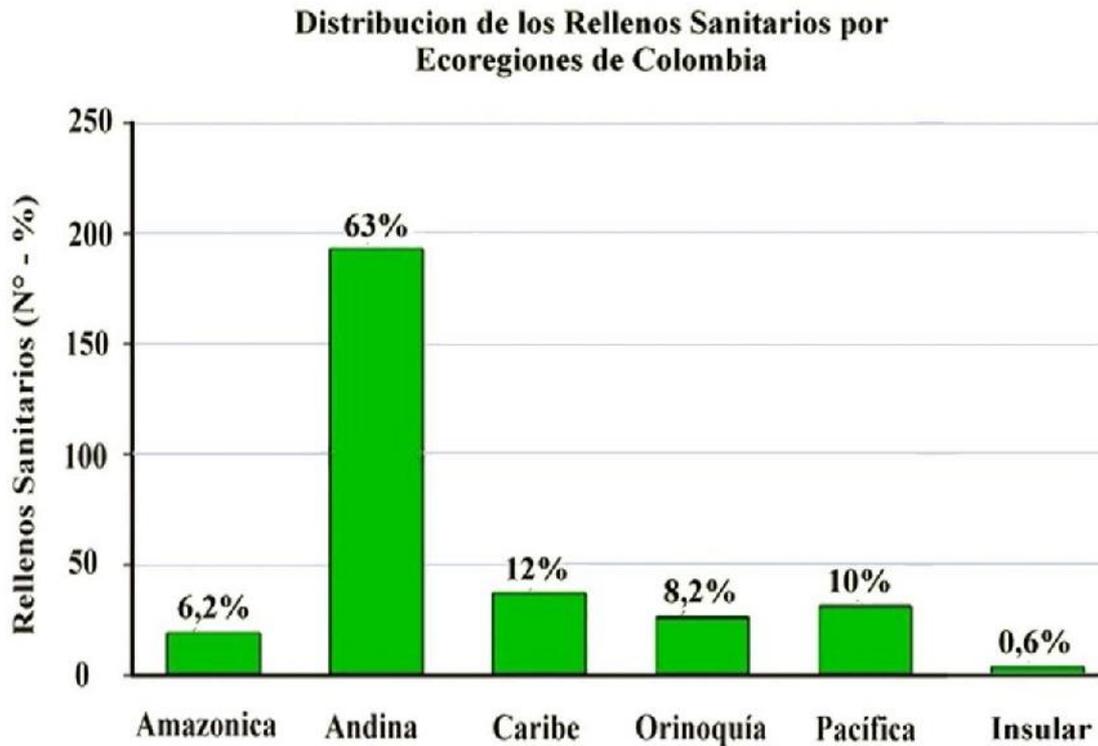


Figura 2-5. Distribución de los rellenos sanitarios por región natural de Colombia

Un factor que en cierta forma, podría aumentar el valor total de residuos, es la falta de información de 15 municipios de los cuales se desconoce cualquier tipo de técnica empleada para su disposición; teniendo en cuenta además, que según la Superintendencia de Servicios Públicos (SISP), existe un 35% de vertederos que operan clandestinamente en el País, y de ellos se desconoce cualquier dato (Pinzón, 2010).

Lo anterior da cuenta de la existencia de un problema ambiental cuyo desconocimiento no permite evidenciar la magnitud del daño que los residuos representan tanto para la comunidad en general como para el medio natural; pero también da cuenta, de la falta de control y de información de la entidades encargadas, para permitir una adecuada gestión de los residuos y cómo alimentar la información general para visualizar el

problema, realizar una adecuada intervención, y adelantar estrategias y programas de prevención.

2.6.1. Marco normativo para los rellenos sanitarios

La tendencia al desarrollo de proyectos orientados a la construcción y operación de rellenos sanitarios, ha llevado a las autoridades ambientales a establecer normas específicas (tabla 2-10). La normatividad sobre los rellenos va desde la parte de los diseños hasta su gestión y operación, contemplando el uso final que se dará a estos espacios, una vez el relleno sea cerrado, según el Decreto 1713 de 2002.

<i>Tabla 2-10. Compendio de Normas nacionales respecto a los rellenos sanitarios Fuente: SISP (2014).</i>		
<i>Norma y fecha</i>	<i>Emisor</i>	<i>Referencia al contenido</i>
<i>Decreto 1713 de 2002</i>	<i>Ministerio de Desarrollo Económico</i>	Reglamenta la prestación del servicio de aseo en sus etapas de manejo. Métodos de disposición final. Características de sitios de disposición. Restricciones generales para ubicación de rellenos sanitarios, Selección de sitio, Parámetros básicos de diseño, Obras complementarias para rellenos sanitarios mecanizados y manuales; Manejo y monitoreo de gases, de lixiviados y monitoreo de la calidad hídrica; Criterios operacionales, Reglamento de rellenos sanitarios, Clausura de rellenos sanitarios, Recuperación de sitios de disposición final, Uso futuro de los sitios de disposición final, Disposición de escombros, Responsabilidad de los impactos ocasionados por los sitios de los rellenos sanitarios.
<i>Resolución 1045/2003</i>	<i>Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial</i>	Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones. Definición de programas y proyectos viables y sostenibles y en la localización de áreas aptas para la construcción y operación de rellenos sanitarios. Clausura y restauración, Disposición final.
<i>Decreto 1180/2003</i>	<i>Presidencia de la República</i>	Establece la competencia de las CAR, para expedir la licencia ambiental para la construcción y operación de rellenos sanitarios.
<i>Decreto 838/2005</i>	<i>Presidencia de la República</i>	Modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de los RESU, respecto de la localización, construcción y operación de rellenos y consideraciones ambientales de su puesta en marcha. Contiene los requisitos para seleccionar el área de emplazamiento, los elementos que se deben considerar para la construcción y operación. Adicionalmente, reglamenta sobre los sistemas regionales de disposición de estos residuos; modalidad que ha mostrado grandes ventajas para las poblaciones pequeñas que carecen de recursos suficientes para construir un relleno sanitario y que generalmente, cuentan con vertederos que no cumplen las normas nacionales.
<i>Resolución 351/2005</i>	<i>Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico</i>	Por la cual se establecen los regímenes de regulación tarifaria a los que deben someterse las personas prestadoras del servicio público de aseo y la metodología que deben utilizar para el cálculo de las tarifas del servicio de residuos ordinarios y se dictan otras disposiciones. Prevé mecanismos que estimulan el aprovechamiento de los residuos por tarifas, con la premisa de que el usuario final no se vea afectado con ellos. Es de notar que la Resolución no se ha materializado en la práctica, debido a que los beneficios de que trata se hacen inaplicables por: "la inexistencia de fórmulas de negociación entre los distintos actores, la carencia de mecanismos administrativos compulsivos para inducir la recuperación y el aprovechamiento; finalmente, porque el esquema de tarifas para los operadores del servicio de aseo implica el pago por peso de residuos recogidos y depositados en el RYS y no por el efecto de una lógica inversa en la disposición que induzca a una convergencia de intereses entre el operador del servicio y quienes están interesados en un proceso de aprovechamiento".

<i>Resolución 1390/2005</i>	<i>Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial</i>	Establece las directrices y pautas para el cierre, clausura y restauración o transformación técnica a rellenos sanitarios de los sitios de disposición final, a que hace referencia la Resolución 1045 de 2003, que no cumplan las obligaciones indicadas en el término establecido en la misma.
<i>Resolución 1274/2006</i>	<i>Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial</i>	Acoge los “Términos de Referencia” para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental en la construcción y operación de rellenos sanitarios.
<i>Resolución 1291/2006</i>	<i>Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial</i>	Acoge los “Términos de Referencia” para la elaboración del diagnóstico ambiental de alternativas en la construcción y operación de rellenos.
<i>Ley 1151/2007</i>	<i>Nivel Nacional: Expide el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010.</i>	Indica que el acceso a RYS y/o estaciones de transferencias no podrá ser restringido injustificadamente. Crea un incentivo para la ubicación de sitios de disposición final de RESU para los municipios donde ubiquen RYS de carácter regional.
<i>Resolución 429/2007</i>	<i>Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico</i>	Por la cual se define el mecanismo de inclusión del incentivo a la ubicación de sitios de disposición final de RESU, creado por la Ley 1151 de 2007, en las tarifas de los usuarios finales del servicio de aseo. Al Costo de tratamiento y disposición final, se adicionará el valor equivalente al 0.23% del salario mínimo legal vigente (smmlv), por tonelada dispuesta, para determinar el valor total a ser incorporado en la factura al usuario final, de todos aquellos municipios diferentes a aquel donde se encuentre ubicado el RYS y cuyos residuos se dispongan en el municipio receptor.
<i>Resolución 1684/2008</i>	<i>Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial</i>	Modifica parcialmente la Resolución 1390 de 2005, por la cual se establecen directrices y pautas para el cierre, clausura y restauración o transformación técnica a RYS de los sitios de disposición final a que hace referencia el Artículo 13 de la Resolución 1045/2003
<i>Decreto 2436/2008</i>	<i>Presidencia de la República</i>	Reglamenta el art. 101 de la Ley 1151 de 2007, en cuanto al acceso a los RYS y/o estaciones de transferencias, a los cuales las autoridades ambientales, personas prestadoras o entidades territoriales no pueden imponer restricciones injustificadas al acceso.
<i>Resolución 1297/2010</i>	<i>Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial</i>	Se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de residuos de pilas y/o acumuladores dispuestos en los RYS y se adoptan otras disposiciones.
<i>Resolución 1511/2010</i>	<i>Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.</i>	Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas y se adoptan otras disposiciones.
<i>Concepto 290/2011</i>	<i>Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.</i>	Conforme con la Resolución 1822 de 2009 “(...) las actividades de cierre, clausura y restauración ambiental de las celdas transitorias, no podrán superar el término de un año contado a partir del 30 de Septiembre de 2009”.
<i>Ley 1450/2011</i>	<i>Presidencia de la República</i>	Expide el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014, “Prosperidad para Todos”. Establece que podrá implementarse áreas estratégicas para la construcción y operación de RYS de carácter regional, incluidas las estaciones de transferencia y establece incentivos para los municipios donde se ubiquen los rellenos y las zonas de transferencia (art. 251).
<i>Resolución 1890/2011</i>	<i>Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.</i>	Incluye la celda de contingencia como sistema adecuado y se cambió la tipología de la celda transitoria a una forma no adecuada de disposición final.
<i>Decreto 920/2013</i>	<i>Presidencia de la República</i>	Reglamenta el artículo 251 de la Ley 1450 de 2011 en relación con el incentivo a los municipios donde se ubiquen RYS y estaciones de transferencia regionales para RESU.

Por considerarse la técnica más viable para la disposición de los residuos sólidos en Colombia, la legislación referente a los rellenos sanitarios se endureció a partir del accidente del RYSDJ ocurrida el 27 de septiembre de 1997.

2.7. Consideraciones

Los residuos sólidos han sido parte de la vida del ser humano desde sus inicios. Este concepto de residuos hace referencia a todo lo que se desecha y su impacto y efectos sobre el socioecosistema, llevó a que se hiciera una clasificación para desarrollar su adecuada gestión.

Puesto que la composición de los residuos varía de país a país, lo mismo que de ciudad a ciudad, no permite que en su gestión se lleve un protocolo común. Los riesgos que generan los residuos, se reducen a su composición que para los países latinoamericanos, el gran contenido de materia orgánica MO, es el denominador común y por lo tanto, los hace más propensos a que la producción de GEI proveniente de los RYS, sea más alta y al mismo tiempo, sean un factor generador de vectores.

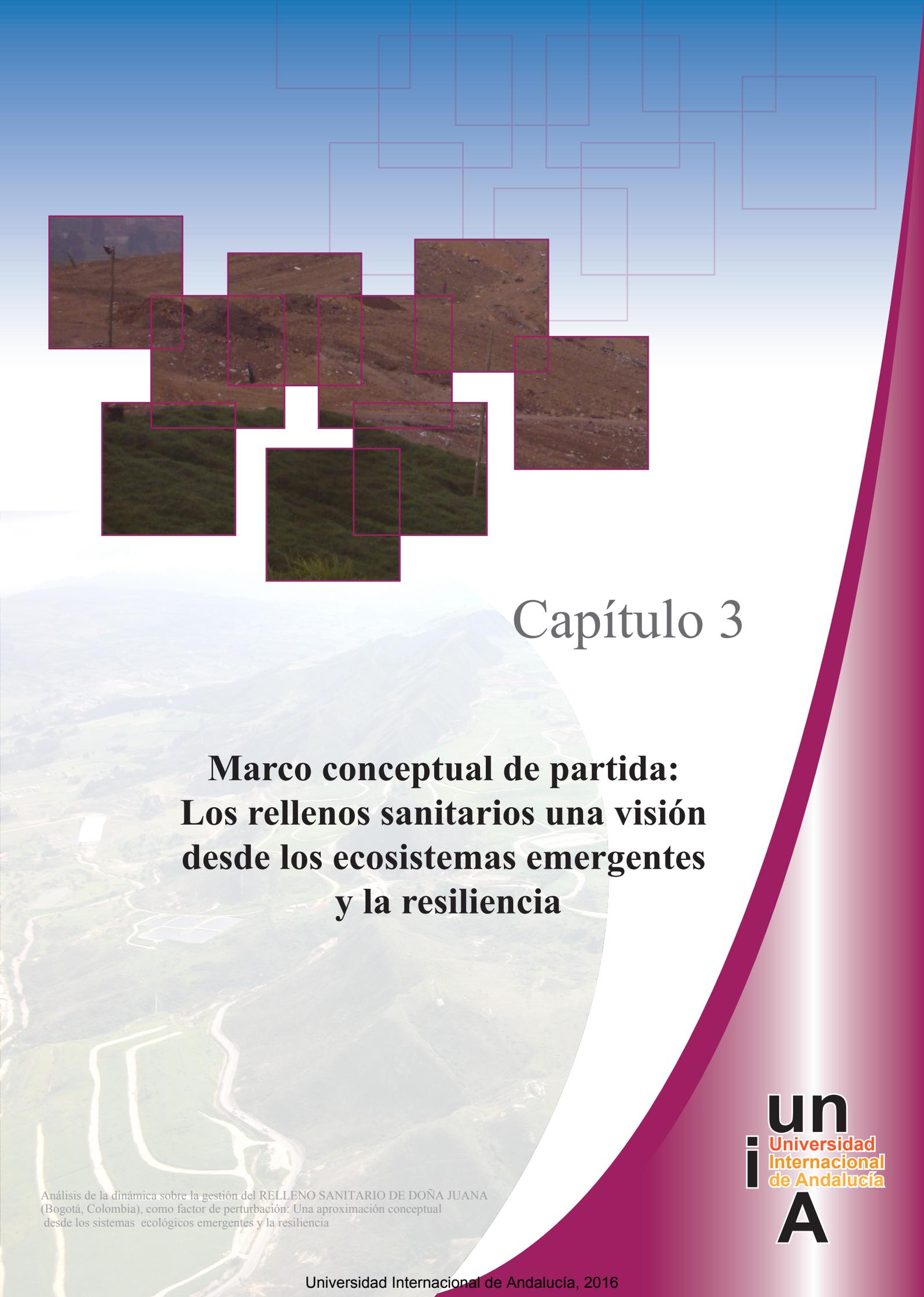
El relleno sanitario es una técnica mundialmente reconocida que se ha generalizado y que bajo la mirada de las entidades gubernamentales que regulan esta actividad, la presentan como la mejor opción para el tratamiento y disposición de los residuos sólidos urbanos. La utilización de espacios degradados para desarrollar los rellenos sanitarios, es una técnica que permite sobreponer unas nuevas condiciones ambientales a un ecosistema que fue modificado en sus funciones y alterado en la capacidad de generar ecoservicios, para solucionar un problema social como es el aumento de los residuos sólidos urbanos. Para el caso, la zona de estudio perteneció a un ecosistema de transición entre la sabana y el páramo, que conformó un corredor ecológico que fue alterado para adelantar actividades agrícolas y ganaderas de tipo extensivo y que con el tiempo, redujo notablemente la prestación de sus ecoservicios.

El desarrollo de nuevas tecnologías ha permitido que los rellenos sean espacios seguros para los recursos naturales y el sistema social, permitiendo el confinamiento de los residuos de forma segura y sanitaria, buscando la integridad del socioecosistema. Si

bien, las condiciones iniciales de estos proyectos disponen su localización en espacios alejados de los centros urbanos, con la dinámica poblacional de las ciudades y el proceso de conurbación, estos espacios experimentaron la presión externa del sistema social y de forma interna, la modificación del espacio como su estructura original.

Se resalta que Colombia ha incorporado gran cantidad de normas internacionales en su legislación, las cuales han buscado llenar los vacíos que las nuevas tecnologías han presentado al entrar en operación en el País. Se evidencia que con el tiempo, la legislación se ha endurecido respecto de prácticas inadecuadas de disposición de los residuos y de igual manera, ha fortalecido las adecuadas. En lo referente a los rellenos sanitarios, se fortaleció su gestión y relación con el socioecosistema circundante, en especial después del accidente del 27 de septiembre de 1997 que generó un problema ambiental y social de grandes proporciones.

Por lo tanto, en la medida en que la gobernanza se asesore de la investigación, se podrá implementar técnicas más seguras y eficientes para proteger los socioecosistemas. La posibilidad de apoyar la recuperación de los espacios degradados, dará paso a la formación de nuevos ecosistemas emergentes, con características diferentes a los primigenios, como parte de un proceso de sucesión secundaria que permita dar espacios a nuevas comunidades para que aparezcan nuevos ecosistemas y se presten nuevos ecoservicios.



Capítulo 3

Marco conceptual de partida: Los rellenos sanitarios una visión desde los ecosistemas emergentes y la resiliencia

Análisis de la dinámica sobre la gestión del RELLENO SANITARIO DE DOÑA JUANA (Bogotá, Colombia), como factor de perturbación: Una aproximación conceptual desde los sistemas ecológicos emergentes y la resiliencia

3. Marco conceptual de partida: los rellenos sanitarios, una visión desde los ecosistemas emergentes y la resiliencia

El presente capítulo contiene una serie de conceptos que permiten entender la dinámica de los rellenos sanitarios, para ser vistos como ecosistemas emergentes, teniendo en cuenta las etapas de surgimiento y resiliencia, así mismo parte del momento en que se disponen los residuos de forma intercalada hasta llegar al sello en cada una de las celdas. De igual manera al ser incorporados a la dinámica socioecológica después de su clausura definitiva; para ser posteriormente ser entregados a la comunidad para su administración, preservación y acompañamiento en el proceso de rehabilitación, orientado a la generación de nuevos ecoservicios.

La llegada del Antropoceno, entendido como el periodo donde el ser humano ha tenido la mayor injerencia sobre el medio natural, ha permitido emprender una nueva fase de estrategias para garantizar su existencia sobre el planeta, remediando y restaurando los ecosistemas que han sido afectados por las actividades humanas, buscando modificar su relación con el medio natural de manera sostenible (Naranjo, 2015).

El sistema socioecológico en áreas destinadas a rellenos sanitarios, objeto de este trabajo, está estrechamente relacionado a grandes espacios que destinan las ciudades para la disposición de sus residuos sólidos e incorpora a los actores (el relleno sanitario, la comunidad afectada y la autoridad local), en los diferentes procesos que permitan recuperar estos espacios después de su cierre, buscando establecer una capacidad funcional para su recuperación (Sellberg *et al.*, 2015). Esta restauración debe estar inmersa en un metabolismo urbano que conciba la existencia de un nuevo ecosistema que permita acercarse a un equilibrio dinámico entre los flujos que salen y los que

entran; que satisfaga la demanda de las comunidades circundantes con la prestación de ecoservicios (Terradas *et al.*, 2011).

3.1. El relleno sanitario como origen del ecosistema emergente

El reconocimiento de las ciudades como sistemas vivos, en continua dinámica auto organizativa, con capacidad de responder a los diferentes elementos internos y externos que la afectan, da cuenta de su capacidad para proporcionar bienestar y sostenibilidad al ser humano que las habita. Los aportes más recientes a la investigación, provienen de estudios de casos asociados a los sistemas socioecológicos, suscitando el apoyo de la ciencia en el tratamiento de la relación con los ecosistemas degradados como la búsqueda de su recuperación funcional; revelando la analogía entre la resiliencia y la capacidad de estos ecosistemas para absorber las perturbaciones, sin suspender su capacidad de prestación de servicios (Colding, 2014). Además de ser dinámico, el entorno urbano presenta diversos niveles de complejidad temporal y escalar, siendo su transformación física un ingrediente en la relación del sistema social con el natural, lo cual permite recuperar y mejorar espacios degradados por la necesidad de disponer sus residuos sólidos.

3.1.1. El vertedero de residuos sólidos

El término de vertedero de residuos sólidos urbanos (VRSU), hace referencia a un espacio que debido a la dinámica de las urbes, se ha adecuado para la disposición de los residuos sólidos generados en estas; el término incluye conceptos diferentes, entre los que se destacan según Bernache (2012), los siguientes:

- *Vertedero Incontrolado*. Se denomina así al vertedero en el que no se aplican medidas protectoras del impacto sobre el medio ambiente. Es el tradicional basurero, también llamado botadero a cielo abierto en algunos países latinoamericanos.
- *Vertedero Controlado ó relleno sanitario*. En este básicamente los residuos son depositados, triturados, compactados y cubiertos con tierra diariamente, en una zona acondicionada previamente para este fin. Se debe proceder a la depuración de las aguas

filtradas (lixiviados) y a la recuperación de los gases generados en el interior del relleno, por la descomposición de los residuos (biogás). Dependiendo del grado de densidad que los residuos alcancen, se puede hablar de vertederos de alta densidad (0,9 - 1,0 t/m³), media densidad (0,7 - 0,8 t/m³) y baja densidad (0,5 - 0,6 t/m³).

- *Vertedero Controlado Aerobio*. Es similar al anterior, pero sin el recubrimiento diario de los residuos. Con ello, se logra una fermentación aerobia de los residuos. No se genera biogás.
- *Vertedero de Balas*. Similar al vertedero controlado anaerobio, con la salvedad de que los residuos son previamente empaquetados en fardos de alta densidad (1,1 - 1,2 t/m³). Estos son apilados y tapados con tierra posteriormente en el vertedero. Debido a la alta densidad de los residuos, el agua no penetra en ellos totalmente, por lo que se produce una menor generación de biogás y de lixiviado.

3.1.2. Los Rellenos Sanitarios

Un relleno sanitario (RYS) es un método completo y definitivo, para recibir todo tipo de desechos sólidos dada su capacidad de confinamiento de los residuos, obviando los problemas de cenizas que presenta la técnica de incineración como de la materia no susceptible a la descomposición (Monasterio, 2014).

El RYS, forma parte de ese paisaje formalista que diseña y ordena una urbe en sus planes de desarrollo; aunque el planificador busca que estas obras de ingeniería queden retiradas de los centros urbanos, buscando la menor perturbación de la obra por parte de algunos factores antrópicos, con el tiempo la dinámica de crecimiento poblacional de estas llega a alcanzar su área de influencia y en ocasiones invadirla con el fin de adelantar proyectos de construcción de vivienda. Según Godoy y Morales (2015), el término se empleó para identificar instalaciones donde se disponían sobre la superficie del suelo todos los residuos originados de los rechazos de las industrias. En la actualidad el término de relleno controlado se refiere a instalaciones diseñadas técnicamente con los principios de ingeniería donde son dispuestos los RESU.

Los RYS son una de las soluciones que más se emplean, desde el punto de vista de la salud pública; en su concepto Jaramillo (2002), “el RYS es una técnica de eliminación final de los RESU en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública”; siendo una alternativa económica para la disposición de los RESU domésticos, industriales y comerciales. Este sistema, es de seguro uno de los más usados en el mundo y el de condiciones sanarías de mayor aceptación; sin embargo su empleo debe incorporar diversas formas de gestión y de esta forma reducir en gran manera los volúmenes de residuos a ser dispuestos en estos, tomado de (Noguera y Olivero 2010). Su origen se remonta a la década de los años 30 en Inglaterra, y a los 40 en los Estados Unidos, donde se ha avanzado rápidamente dando una solución final al problema de los RESU.

3.1.3. Clasificación de los Rellenos Sanitarios según el origen de los Residuos

Los RYS técnicamente controlados, son construidos para periodos de vida útil entre 5 y 30 años; según el contenido de los residuos a ser vertidos en estos se clasifican en cinco tipos, aspecto que garantizarían estos periodos; mientras que para el Instituto Nacional de Ecología de México, INE, (1999) la clasificación ideal comprende:

- Clase 1: residuos de origen residencial
- Clase 2: residuos de origen Municipal (libres de desechos vegetales)
- Clase 3: residuos de origen industrial no tóxicos y cenizas de incineración
- Clase 4: residuos de obra de demolición, cascajo, chatarra y electrodomésticos.
- Clase 5: residuos tóxicos y hospitalarios

3.1.4. Tipos de Relleno Sanitario

RS Tipo Área.- Normalmente se emplea cuando se dispone de terrenos con características topográficas de suelos altamente erosionados y con la presencia de cárcavas, con depresiones, hondonadas naturales y artificiales, canteras, pozos producidos por extracción de lugares pantanosos o marismas; terrenos adyacentes a los ríos u otros similares (Jaramillo, 2002).

RS Tipo Zanja o Trinchera.- Este tipo de vertedero sanitario es de operación sencilla, se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos o tres

metros de profundidad. La tierra que se extrae, se coloca a un lado de la zanja para utilizarla como material de cobertura, tomado de (Anesapa, 2014).

RS Tipo Combinado o Rampa.- Se opera en forma similar a los vertederos de área y zanja; pero los residuos descargados se extienden sobre una rampa, se apisonan y recubren diariamente con una capa de tierra de 0.15 m de espesor, aspecto que permite eliminar hundimientos del piso de la celda y mayor estabilidad. La rampa debe tener una pendiente de unos 30°. El método de rampa se utiliza en terrenos de declive moderado o en aquellos que tienen una capa delgada de material susceptible de ser usado para recubrimiento o como sello del vertedero según (Pineda, 1998).

3.1.5. Etapa de Operación de los Rellenos Sanitarios

La descarga y colocación de los residuos, depende del tipo de relleno, sea manual o mecanizado; donde se busca de manera general colocar la basura y compactarla en celdas, previamente aisladas con membranas plásticas, en capas delgadas con espesor no mayor a los 50 cm; ser recubiertos con tierra de manera inmediata y por último con una membrana plástica, evitar la proliferación de vectores, la presencia de otros animales como la dispersión de materiales volátiles como polvo y olores. El aislamiento de las celdas se realiza para evitar la migración de los lixiviados hacia los acuíferos y los contaminen, (imagen 3-1).



Imagen 3-1. Aspecto que presenta la conformación de una celda en un sistema de relleno sanitario, se aprecia la fase de recubrimiento de una celda. Fuente: el autor (2013).

La búsqueda de una operación óptima busca la eficiencia en el manejo diario del relleno; mediante una planificación ordenada, permite utilizar la mayor cantidad de área espacio destinado para la disposición de los residuos, como se aprecia en la figura 3-1. Esto se logra con el control, mediante el pesado, de los residuos que ingresan permitiendo su cuantificación.

El material de cobertura puede provenir del sobrante de excavaciones que se realicen en el relleno o de otras áreas, siempre y cuando estas no estén muy retiradas al relleno, ya que la distancia de estas incrementa los costos. Terminada la operación y alcanzado el nivel previsto, se recubre la celda con una capa de tierra, de entre 0.60 y 0.80 ms. de espesor, permitiendo su aislamiento e impermeabilización, acondicionando el suelo para iniciar el proceso de restauración mediante la sucesión natural o un proceso de revegetalización asistida, (imagen 3-2).

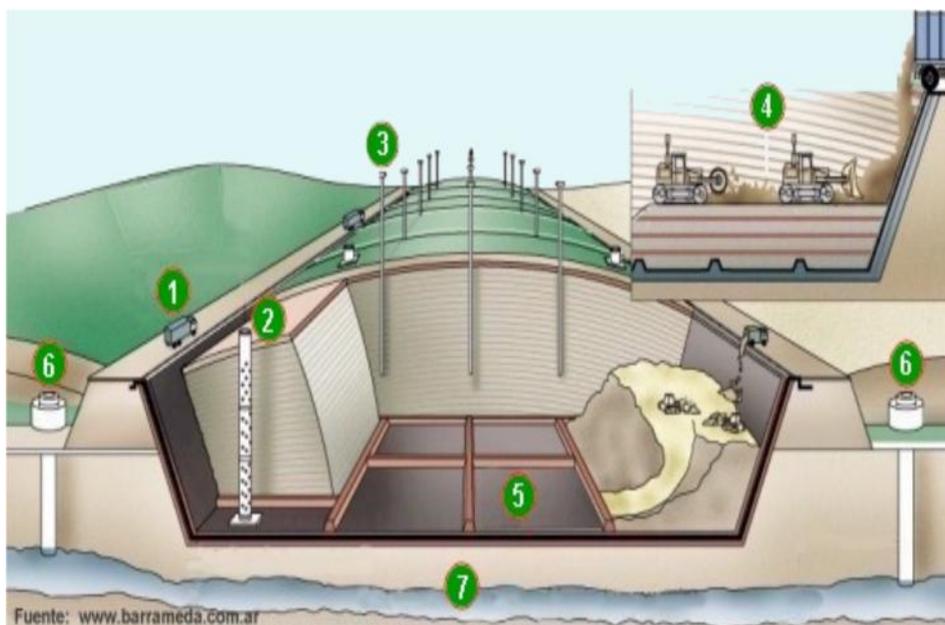


Figura 3-1. Etapas básicas para la operación de un relleno sanitario controlado (Fuente: www.barrameda.com.ar)

La operación de estos se reduce al cumplimiento de siete pasos básicos:

- 1) **Cómo se rellena:** El área se divide en módulos. Los camiones circulan por terraplenes hasta el módulo que se está llenando.
- 2) **Gases:** La descomposición de basura produce gases, principalmente metano, que se eliminan por venteo.

- 3) **Extracción de lixiviados:** Deben ser retirados para recibir tratamiento.
- 4) **Cobertura de los desechos:** La basura debe ser tapada cada día con una capa de tierra compactada de 20 cm.
- 5) **Celda limitada por una pared de arcilla**
- 6) **Pozos de observación de aguas freáticas:** Permiten tomar muestras aguas arriba y aguas abajo, según el escurrimiento de los estratos.
- 7) **Impermeabilización:** El relleno debe estar perfectamente aislado para evitar que la filtración de lixiviados contamine las aguas subterráneas. Para eso la base del relleno se cubre con una capa de polietileno de alta densidad.



Imagen 3-2. Aspecto que presenta la cubierta de tierra que cubre la capa de basura dispuesta en la celda del relleno. (Fuente: el autor 2013)

Etapa de Cierre

Se entiende por **cierre** a la operación que da por finalizada la explotación; se clausura el lugar o la disposición y se realizan faenas principalmente de desmantelamiento de las instalaciones; de limpieza superficial y colocación de una capa de cobertura final, tomado de (Espinace, *et al.*, 1998). Esta etapa se diseña partiendo de lo que se quiere hacer del él una vez finalice su vida útil; para lo que se debe tener en cuenta sus características geomorfológicas observando los parámetros de uso del suelo, que se permitan para la zona; evitando la construcción de todo tipo de edificaciones. Entre los

aspectos a observar después del cierre están la estabilidad de los taludes, verificación topográfica del terreno para el control de derrumbes y asentamientos, control de gases; para corregir posibles fugas, en especial en sectores aledaños a áreas urbanas y seguimiento al proceso de reforestación sobre el cuerpo del relleno como en los taludes de este.

Etapa de Sellado

Se entiende por **sellado**, la operación realizada después del cierre; en la cual se construyen todas las obras destinadas a mantener los residuos confinados y aislados, minimizando los riesgos de contaminación y peligro sanitario, como a controlar las emanaciones de biogás y líquidos lixiviados; además de conservar, bajo control, la escorrentía superficial y los problemas que se puedan producir debido a los asientos del relleno. También se deben considerar las obras destinadas al monitoreo de gases y lixiviados; que es necesario mantener a un largo plazo. Eventualmente también es objetivo preparar la superficie para realizar las futuras obras de restauración, según (Espinase Raúl, *et al.* 1998).

Etapa de Rehabilitación

Se entiende por **rehabilitación** las faenas destinadas a reincorporar el RS ya clausurado a su entorno, buscando llevarlo a desarrollar un sistema similar al inicial, buscando la prestación de algunos ecoservicios (Minambiente, 2015). En esta etapa se debe terminar de implementar las instalaciones de monitoreo, emplazadas en la etapa de sellado y que sean necesarias para controlar que el relleno no sea causa de contaminación de aire, suelo o agua. La rehabilitación, habitualmente tiene alguna de las siguientes alternativas de destino: agrícola, recreacional, y/o apoyo a algún tipo de estructuras (Espinase Raúl, *et al.* 1998). La temática de la rehabilitación es relativamente reciente y las experiencias se encuentran limitadas a algunos proyectos, mas no están sustentadas metodológicamente.

Entre algunas experiencias internacionales, las que más relevancia presentan son la de Japón, donde se aprecia un país altamente desarrollado en el tema y en el que se han

rehabilitado vertederos para la realización de obras de construcción; demandada por la falta de espacio y el alto costo de la tierra y adonde por norma, el diseño debe contemplar las alternativas para su uso posterior, dando lugar al método de operación que se empleará (Espinase Raúl, *et al.* 1998).

En Los Estados Unidos, por legislación la US-EPA en el subtítulo “c”, hace referencia a la generación de una cubierta vegetal sobre la capa de sello; cuya importancia radica en la preservación de la integralidad del sello durante un periodo de 30 años como mínimo, después del cierre del relleno. En cuanto al uso futuro, se plantea que estos espacios podrían ser reinsertados mediante el desarrollo de proyectos agrícolas, recreativos y comerciales; no siendo explícitos con la toxicidad y riesgos sanitarios. Lo referente al uso recreacional, este viene siendo más utilizado ya que no se requieren modificaciones en la topografía, como en el caso de la Universidad de Washington Wallace y Ulrich, (1995); Sin embargo en Colombia la normatividad presenta muchas reservas sobre los usos futuros de estos espacios.

En Espinace R, (1993), se hace mención a uso comercial que se ha dado a algunos de estos espacios; limitándolos a su uso como parqueaderos, calles, tramos de carreteras, con una prohibición para espacios de concentración de personas como viviendas y colegios. En el caso español algunas Comunidades Autónomas, como la de Madrid en 1985, utilizó estos espacios para el desarrollo de cultivos de madera y la instalación de parques recreativos, mientras que en la Comunidad de Cantabria se desarrollaron espacios boscosos con especies autóctonas.

El desarrollo de proyectos destinados a la construcción y operación de los rellenos sanitarios, vienen generando inquietud por parte del sistema social que reside en su entorno, debido a la alta tasa de degradación que se presenta en estos espacios y que impulsa la búsqueda de nuevas estrategias de restauración a partir del surgimiento de un nuevo ecosistema, teniendo en cuenta su capacidad adaptativa.

3.1.6. El espacio degradado

Se debe entender el espacio degradado como una situación que se considera parcial o totalmente indeseable respecto a otra que se considera satisfactoria; siendo la indeseable aquella que por causas del orden natural o antropogénico pierde la capacidad de generar los procesos naturales esenciales en el sostenimiento de la vida en un ecosistema, lo que produce la desintegración del paisaje natural circundante. El concepto de espacio degradado responde a una situación no satisfactoria, que exige precaución e incluso causa efectos regresivos, o sea que ha dejado de cumplir su función para la sociedad, por lo que podría decirse que los espacios degradados son la última etapa del impacto ambiental de los seres humanos sobre el entorno (Moncayo, 2014). Por lo general este estado se debe a como se encuentran los sustratos de suelo sobre los que se asienta la biocenosis después de una perturbación. El estado de los suelos de los espacios degradados es lo que da origen al proceso de restauración, admitiendo mejorar las condiciones del área degradada mediante la estabilización del suelo para permitir una mejora de la productividad (Gómez, 2008; González, 2015).

Los factores que intervienen en la degradación de un área después de la perturbación son del orden físico, químico y biológico, siendo los suelos el reflejo de como las diversas variables caracterizan el territorio; sus cualidades se forman a partir de la roca madre y la injerencia de elementos como el tiempo, el clima, la topografía y la acción de la vegetación.

Cuando el suelo es sometido a compuestos contaminantes en cantidades superiores a las que puede asimilar se producen efectos tanto directos como indirectos que modifican sus capacidades. El origen de los contaminantes puede tener diversos orígenes, entre los que sobresalen, el uso indiscriminado de pesticidas y fertilizantes, las aguas contaminadas, entre otros. En definitiva, se consideran espacios degradados paradigmáticos los espacios agrícolas marginales abandonados, los deforestados y/o erosionados, las extracciones mineras, los rellenos sanitarios colmatados, los espacios afectados por obras infraestructuras de gran tamaño y los suelos contaminados con vertidos intencionados, (Gómez 2008).

Entre los diferentes tipos de espacios degradados podemos encontrar los *espacios agotados*, que comprenden aquellos que por una excesiva explotación llegan a minimizar los componentes del suelo llevando a estos a un colapso; como es el caso de la explotación de minas y canteras o rellenos sanitarios colmatados; los *espacios sobreexplotados* que corresponden a áreas que han sido sometidas a una sobreexplotación de los recursos, llevando estos espacios a ser abandonados debido a casos extremos de deforestación y por consiguiente a la acción de los procesos erosivos; los *espacios afectados por grandes proyectos de infraestructura*, que corresponden a áreas afectadas por obras viales, hidráulicas, corredores eléctricos de alto voltaje, parque eólicos, y las áreas utilizadas como embalses y grandes presas; también se encuentran los *espacios en declive o históricamente abandonados*, donde el descuido del estado o los altos costos de operación han hecho inviable los proyectos como es el caso de abandono de los grandes corredores férreos, o los espacios industriales urbanos o rurales que bajan su producción y son abandonados, como el caso de los campos petroleros; otros espacios a considerar son aquellos *que por su uso* han sido sometidos a degradación como es el caso de áreas de actividad turística y/o recreativas, también los espacios sometidos a agricultura intensiva bajo plástico, como los cultivos de flores, los cursos agua secos o contaminados con residuos y los botaderos a cielo abierto encontrando también los espacios que han sido afectados por *procesos de contaminación* por disposición desechos biológicos o radiactivos como áreas de derrames de petróleo de carácter accidental o por acciones terroristas.

Cabe resaltar que en Colombia gran cantidad de su población depende para su sobrevivencia de lo que hoy son ecosistemas degradados, por lo que es de importancia lograr que se mejoren la conservación de la dinámica poblacional, mejorar y mantener los servicios del ecosistema, establecer normas reguladoras como dar herramientas a las comunidades para preservar y cuidar el ecosistema. El dar sentido de pertenencia a las comunidades sobre los ecosistemas, les permite no solo intervenir en su restauración sino de mejorar su calidad de vida.

3.2. Surgimiento del ecosistema emergente

Los ecosistemas emergentes, novel o nuevos, son aquellos que presentan una estructura ecosistémica, conformada por especies en abundancia relativa y que no cuentan con registro de haberse presentado antes en ese bioma. La historia en los cambios de los ecosistemas es amplia y la temática actual debe girar en torno al valor de los ecosistemas nuevos y la prestación de sus ecoservicios (Gracia, 2010).

Las ciudades representan oportunidades para el desarrollo de una sostenibilidad, pero se debe considerar que también generan desafíos relacionados como: la contaminación de los recursos naturales; la pobreza asociada a factores de riesgo que afectan la salud; como a los bajos niveles de calidad vida y la contaminación, asociada a la degradación de los ecosistemas; esta degradación da paso al surgimiento de ecosistemas emergentes, donde de la incertidumbre y la sorpresa son una constante que le exige a este ecosistema el aprender de la crisis y aprovechar la oportunidad para su futuro desarrollo (Barnett *et al.*, 2015).

Para ser considerado como “nuevo”, entre sus características dentro de un espacio temporal, espacial y escalar como de las transiciones que sufre el ecosistema, se deben entender como los cambios que sufre en su estado un ecosistema nuevo, para adaptarse a las condiciones naturales que se le presentan (resiliencia), transiciones que pueden ser abióticas o bióticas (Hobbs, 2007). Sin embargo según Murcia (2014), estos ecosistemas representan un cambio ecológico, encontrándose sometidos a continuas perturbaciones antropogénicas. Su dinámica emergente está determinada por las relaciones de los diversos organismos que componen el paisaje que a su vez, pueden ser formadores de nuevos ecosistemas.

Para que se presente un ecosistema nuevo se deben presentar dos elementos: Primero la *novedad*: donde la variedad de especies se presente en la suficiente dinámica para que se cambie la estructura funcional del ecosistema; Segundo la *actividad antropogénica*, cuya intervención da origen al surgimiento de otros ecosistemas que no requieren de su intervención para mantenerse (Martino, 2015); como se aprecia en la figura 3-2.

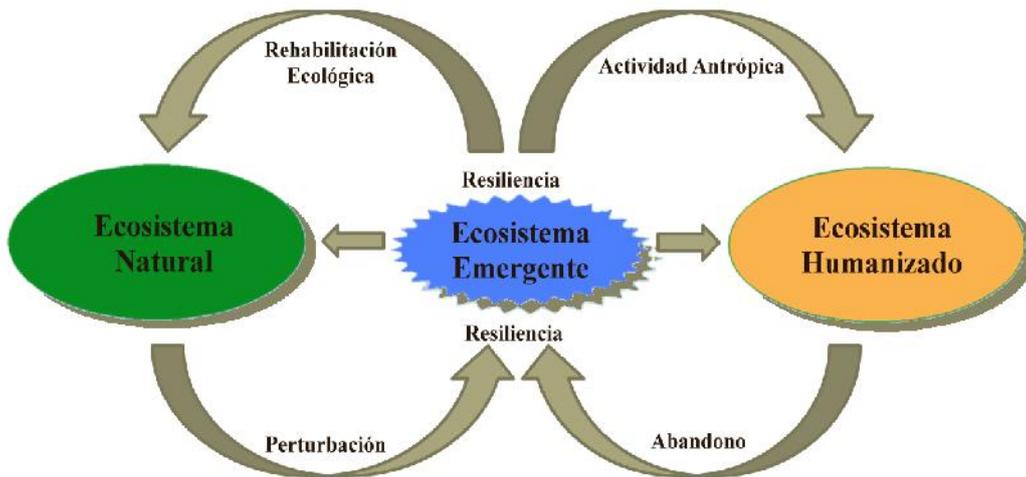


Figura 3-2. Aspecto que presenta la dinámica de formación de un ecosistema emergente.
Fuente: el autor

En la figura anterior el ecosistema emergente surge de la interacción entre los ecosistemas naturales y los sistemas humanizados intervenidos, en su mayoría convertidos en espacios degradados. La sinergia se inicia con la aparición de una perturbación ya sea natural o antrópica que ante la vulnerabilidad del ecosistema puede ser modificado de forma positiva o negativa, motivando un proceso de resiliencia; de igual manera este ecosistema emergente al ser sometido a las acciones antropogénicas; transformándose en un sistema humanizado; dependiendo de la magnitud de la intervención puede resultar en un espacio degradado, que al perder su capacidad de soporte se somete al aislamiento o abandono para retornar a su estado de nuevo donde en su dinámica puede ser intervenido con el tiempo o restaurado a un estado similar pero nunca igual al primigenio. Su estructura está determinada por factores de movilidad espacial de la biocenosis, sirviendo de puente y corredor ecológico de la misma hacia otros ecosistemas.

Entendiendo por lo anterior que desde su formación el ecosistema emergente presenta una serie de cambios y que cada uno de estos requiere una adaptación o resiliencia lo que hace indispensable profundizar a continuación un poco en este concepto.

3.3. El ecosistema emergente desde los factores activadores de surgimiento

En la naturaleza, los ecosistemas tienen comportamientos que los hacen característicos y que reciben el nombre de propiedades emergentes, cuya actividad dinámica les permite la retroalimentación (positiva o negativa), a sus partes, para funcionar como un todo, promoviendo el cambio y crecimiento del ecosistema en busca de su equilibrio (Cortés, 2010).

En la generación de un ecosistema emergente, surge la resiliencia a partir de la confluencia de cuatro factores activadores de surgimiento que deben estar direccionados y son: la estructura de Gobierno, los flujos de producción, la dinámica del sistema social y la conformación del paisaje (figura 3-3).



Figura 3-3. Diagrama de la interconexión de los factores activadores de surgimiento, direccionados para la generación de un ecosistema emergente. Fuente: Krook et al. (2012) modificado por el autor.

Uno de los aspectos que genera mayor controversia entre los investigadores, es la direccionalidad que se le debe dar al ecosistema, bien sea que se encuentre en etapa de recuperación o se encuentre estable, teniendo en cuenta que es una utopía poder regresarlos a su estado natural (Morse *et al.*, 2014).

Por consiguiente, los ecosistemas cuentan con la capacidad de asimilar perturbaciones por medio de un proceso de reorganización, en el momento cuando se presenta el cambio, manteniendo su función, estructura e identidad para asumir una posición que les permita reorganizarse y ocupar los espacios que la naturaleza les brinda e iniciar nuevamente, el proceso de sucesión hasta que se presente una nueva perturbación (Scheffer *et al.*, 2015).

De igual manera, se ha buscado que este concepto se entienda como un sistema dinámico entre el componente social y el ecológico, permitiendo desde la socio-ecología, mostrar la resiliencia como un proceso de cambio y dando una nueva visión sobre la misma (Stokols *et al.*, 2013). Para (Holling, 2001; Gómez-Baggethun, 2010), la resiliencia se debe comprender como la capacidad que tiene un ecosistema de absorber una perturbación o perturbaciones, sin que se generen cambios de estado en sus cualidades, más cuando la presión antropogénica supera el umbral de tolerancia del ecosistema, produciendo un cambio que transforma su estado para llevarlo a un nivel alterno donde se modifica su funcionamiento de manera irreversible en su estado original, pasando desde un punto de vista antropocéntrico a un momento socialmente deseado del ecosistema, en el cual puede suministrar ecoservicios para satisfacer las necesidades de la población (Folke *et al.* 2010; Holling *et al.*, 1995 en Perevochtchikova, 2014).

La resiliencia para este caso hace énfasis en que la naturaleza muestra una dinámica de cambio constante debido a las interacciones sociales y ecológicas, dando paso con un pensamiento resiliente para ser utilizado como parte del proceso de planificación (Mitchell *et al.*, 2012). De igual forma, otras definiciones se enfocan en la velocidad de recuperación ante el disturbio, donde según Castro *et al.* (2014), se debe entender como un evento discreto y no planeado, que causa una afectación a los ecosistemas y alter su estructura y su función, produciendo cambios en la forma como se distribuyen los recursos (Bedoya, 2014).

El concepto de resiliencia evidencia su afinidad con otras condiciones relacionales entre el sistema social y del medio ambiente. Teniendo en cuenta que para muchos es una clave para la conservación de la diversidad, asociarla siempre con una estabilidad o

como la capacidad de la comunidad para afrontar una perturbación, le permite aprender de ella y ser transformado, mediante un proceso de renovación que busca su adaptación natural a momentos indeseables, comprendiendo la dinámica de la naturaleza y los servicios que brinda (eco-servicios) (Agarwala, 2014).

Las características multifacéticas de la resiliencia le permite abarcar factores de carácter ambiental y social, modificando el concepto que se tiene de riesgo, puesto que una situación de afectación adversa, que para el ser humano puede tener características fatales, para un ecosistema puede llegar a conformar un factor positivo o de resiliencia, lo cual contribuye a una mejora de las condiciones en calidad de vida y renovación para las especies. Mejorar las condiciones y calidad de vida, puede ser consecuencia de las diversas formas como la naturaleza desarrolla mecanismos de protección o de resiliencia (O'Dougherty *et al*, 2013).

Desde un concepto socioecológico, los sistemas urbanos presentan una injerencia sobre el sistema natural, interviniendo espacios que pasan de prestar algunos servicios determinados a la prestación de otros. En el caso de los espacios degradados por la construcción y operación de rellenos sanitarios, esta relación de servicios se ha visto disminuida por la gestión propia del servicio de disposición de los residuos y la generación de perturbaciones, dando paso a una resiliencia urbana.

La resiliencia urbana se presenta como el nivel de tolerancia de una ciudad frente a las perturbaciones, antes de la intervención antropogénica, lo cual hace parte de un proceso transversal que se puede tratar de forma integral, con el fin de reducir los efectos de las perturbaciones, con una orientación del sistema social de carácter incluyente, para beneficio del desarrollo sostenible (UNOHABITAT, 2014). La resiliencia urbana se asocia más que todo, a la gestión del riesgo ante perturbaciones extremas.

El aumento de fenómenos naturales aunado a las crisis económicas, han evidenciado el grado de vulnerabilidad en las ciudades, resaltando la importancia de la inclusión de la resiliencia en los procesos de planificación de los centros urbanos. Un factor determinante en el grado de vulnerabilidad de las urbes, son los efectos del cambio climático. Sin embargo, no es el único fenómeno que incide sobre la sostenibilidad

porque hay que tener en cuenta problemáticas como: el aumento de la densidad poblacional, el hacinamiento, la falta de capacidad de gestión pública de los residuos, el terrorismo, la pobreza y el desplazamiento, entre otros; para enfrentar estas amenazas, se requiere tener conocimiento de las mismas, con el fin de mitigar y adaptarlas al entorno urbano (Sharifi & Yamagata, 2014).

Entre las potenciales perturbaciones que se presentan en el área urbana de Bogotá D.C., los residuos sólidos y su gestión, son los que han alcanzado gran relevancia, en especial cuando el crecimiento demográfico es un factor determinante en el aumento de los mismos, así como su injerencia sobre el cambio climático y sus efectos sobre el sistema socioecológico o socioecosistema (Dubbeling *et al.* 2009); entendido este como la conjunción dinámica entre los sistemas natural y el social, enmarcado en un espacio biofísico en interacción con las instituciones (Duque y Montes, 2015). Por lo tanto, una adecuada gestión en la fuente por parte del sistema social, minimiza las amenazas y disminuyen el riesgo.

Para Boschma (2015), el surgimiento de la resiliencia se produce por un proceso evolutivo que reconfigura su identidad. En la medida en que se identifica el inicio de la transformación, se podrá desarrollar nuevas estrategias de sostenibilidad. La ciudad es reconocida como una entidad dinámica, un sistema social con carácter ecológico, ya que se encuentra en continuo cambio, y requiere de su capacidad de recuperación, sin tener que llegar al estado de equilibrio (Chen y Graham, 2011).

Cabe mencionar que la resiliencia surge en forma lenta, manteniendo su dinámica natural de recuperación. Sin embargo, este desarrollo se podría acelerar y mantener en el tiempo, con el soporte de los cuatro factores activadores de surgimiento mencionados en la figura 3-2, donde desde la visión de la complejidad se puede determinar su capacidad de recuperación.

Este enfoque da un conocimiento multiescalar de la forma como se recuperan los ecosistemas emergentes; se reconoce la importancia de los *flujos de producción* e involucra la cadena de producción, la generación de residuos y la gestión de los mismos para el sostenimiento de los sistemas urbanos, la calidad de vida del ser humano y su

bienestar; *la estructura de gobierno* se involucra para dar las pautas que permitan aprender, adaptar y recuperarse de las perturbaciones e incluye el gobierno municipal, las organizaciones de ciudadanos, las directivas del relleno; *la dinámica social* involucra las comunidades circundantes, los usuarios del servicio, los consumidores y los productores de los residuos; en cuanto a *la conformación del paisaje*, establece los diversos procesos y dinámicas relacionadas entre el sistema social y el natural, para permitir la recuperación de los ecoservicios y la restauración de los paisajes urbanos que originan el ecosistema emergente (Krook, 2012).

3.3.1. Los flujos de producción

Estos flujos son el motor fundamental del cambio urbano. Los habitantes de las ciudades dependen en gran medida, de la dinámica de los ecosistemas circundantes y de los ecoservicios que prestan, ya sea desde el punto de vista energético como de los de carácter no material, indispensables para la sobrevivencia del ser humano y el sostenimiento de su calidad de vida (Chavarro, 2014). Los flujos en alternancia con el sistema urbano, entran y salen de él de diversas formas, una de ellas, la *forma activa* que realiza el ser humano por sus medios (transportándolos), y la *forma pasiva* que llega de forma natural como los recursos hídricos y las precipitaciones. Otra serie de flujos soportan las necesidades de gestión de los residuos sólidos en las ciudades, y se basan en modelos de insumo-producto que buscan solucionar la escasez de materia prima (Gómez, 2015). La característica de dependencia y apertura de las ciudades, hace que las cadenas de producción, comercialización y consumo de materias primas no se desarrollen y completen, haciendo que su capacidad de recuperación dependa de la resiliencia de otros lugares.

La capacidad de los ecosistemas se pone a prueba constantemente, a medida en que se desarrollan las ciudades, donde los continuos procesos de generación de contaminantes sólidos y líquidos, son un componente indeseable en la vida diaria de los centros urbanos. Así mismo la dinámica interior del relleno se debe considerar como un flujo, donde la acción de los microorganismos generan productos contaminantes y aprovechables, como el caso del biogás (Hird, 2013).

Los sistemas urbanos son considerados heterótrofos, porque el consumo es mayor que su capacidad de producción (Harvey, 2008). A diferencia del sistema natural, existen pocos procesos que consideran los grandes flujos de residuos sólidos recuperados y reciclados como materia prima, y los consideran como un problema, de y para las ciudades. El reciclaje se coloca en una posición de importancia en la búsqueda de la reducción de residuos que llegan a los rellenos sanitarios (EPM 2005).

Si bien la generación de residuos sólidos es un aspecto cultural asociado a actividades sociales y productivas, es en los centros urbanos donde la complejidad de su manejo se torna en un problema, debido a las grandes concentraciones de población y por consiguiente, de actividades económicas. En Colombia, la disposición de los residuos presenta una situación crítica debido a su deficiente gestión y a las malas prácticas de disposición que se utilizan en algunos municipios. Para contrarrestar en algo este problema, surge la actividad del reciclaje; entendida como la recuperación de materiales u residuos sólidos desechados, para convertirlos en nuevos productos que son reintroducidos en la cadena de consumo. El reciclaje urbano se desarrolla en torno de los altos volúmenes de productos demandados en las grandes ciudades y por consiguiente, en los grandes volúmenes de residuos que el consumo genera. En el caso de las ciudades pequeñas, esta actividad cuenta con restricciones por su inviabilidad económica (Corredor, 2014).

El reciclaje es asumido por personas de muy bajos recursos como una actividad de subsistencia; vendiendo el material a intermediarios cuya función es el acopio de los residuos para comercializarlo con las grandes industrias. La dinámica del reciclaje pasa a formar parte del metabolismo industrial, donde una red de recicladores asume el papel de actor principal, cuya función es contribuir a que se pueda llegar a niveles utópicos de una generación de cero residuos, donde este tipo de organizaciones son un factor clave para generar resiliencia social.

3.3.2. La dinámica del sistema social

Se estima que para la primera década del siglo XXI y de manera irreversible, el Planeta cruce a un estado sin precedentes, donde por primera vez en su historia, la población

urbana es mayor que la que reside en las áreas rurales (Gutman, 2014). De estas dos, la que vive en el área urbana, habita en mayor proporción en barrios marginales con limitaciones en los servicios básicos, y una baja participación en los procesos de toma de decisiones y por lo tanto, de aquellos que tienen que ver con su vulnerabilidad, entendiéndola como un activador de la resiliencia que nace de la experiencia de origen social, de una sociedad expuesta de manera cotidiana a situación de peligro, en especial, aquellas que por su condición de extrema pobreza, se localizan en zonas de alto riesgo y donde esta condición se enfoca en el sujeto y no en el factor de perturbación que lo hace vulnerable (Acsehrad, 2014; Siena, 2014).

El crecimiento de las ciudades se debe a tres elementos principales: la migración campo-ciudad, la conurbación de zonas circundantes y el crecimiento natural. En estas, las tasas de crecimiento están relacionadas con las estructuras sociales y económicas, y profundizan en algunos casos, las diferencias sociales que llevan a una marginalización de la población en zonas de riesgo, así como al desarrollo de una infraestructura inadecuada, la construcción de viviendas sin servicios, aspectos que llevan a la degradación paulatina de los servicios que prestan los ecosistemas, todo lo cual hace que la pobreza no solo sea un problema económico y social, sino también uno de carácter ambiental (CSIRO, 2007).

La marginalidad en donde se desenvuelve la comunidad circundante al relleno sanitario Doña Juana, está conformada por una estructura social particular, que tiende a diferenciarse del resto de la ciudad por su cercanía al relleno, y es en muchos casos, estigmatizada por el origen de sus primeros pobladores cuya actividad primaria era el reciclaje y que tiende a constituirse como un grupo externo a la sociedad y de un nivel económico de pobreza absoluta (Sabatini, 2014). La dinámica social de estas comunidades tiende a afectar el funcionamiento del sistema y la capacidad de resiliencia de los individuos. Los estudios sobre este tipo de resiliencia, se han realizado desde las ciencias sociales, en forma individual y social, que han dado origen a varias definiciones, según el objeto de su estudio y el tratamiento disciplinar (Gómez, 2010).

Desde el punto de vista del individuo, Grotberg (2006), en Gómez *et al.* (2014), define la resiliencia, como la capacidad de los seres vivos para enfrentar las perturbaciones que

se le presentan en la vida, generando acciones de superación y viéndose transformados por las mismas. En cambio, Fóres y Grané (2014), le da un carácter más general, al extender la definición del carácter individual al grupo de individuos, aspecto que tiende a llevarla a un nivel macro de comunidad.

Para Grotberg (2006), hay una serie de elementos que son útiles a la hora de que el individuo enfrente una perturbación, entre los que se encuentran los de protección que no solo dependen del individuo, sino del medio natural presente en su entorno (Duque y Montes, 2013). Estos factores de protección también pueden ser de riesgo, dependiendo del individuo, de la etapa de su vida, del contexto social y de la magnitud de la perturbación. Los factores de protección se pueden clasificar en tres grupos: el primero depende de la fortaleza interior del individuo; el segundo del apoyo que recibe del exterior para enfrentar la calamidad, y el tercero es la capacidad que haya adquirido para poder enfrentar el problema (Manciaux 2003 en De la Paz Elez *et al.*, 2014).

Un aspecto por resaltar sobre la resiliencia individual, en la cual varios autores coinciden, es que no es una característica propia de los seres humanos, sino el resultado de un proceso dinámico de adaptabilidad que varía en condiciones de modo, tiempo y lugar, en la proporción que aparecen y enfrentan nuevos factores de riesgo. Se debe tener en cuenta que el individuo no es resiliente ante todas las perturbaciones; esta es una condición propia para alguna circunstancia específica y se construye a partir de la adaptación positiva. A partir de esto, Forés y Grané (2014), sostienen que la resiliencia individual se puede obtener mediante un proceso adaptativo, que lleva a sobrevivir a la perturbación, preparándose para enfrentar las calamidades futuras y aprendiendo de las experiencias y procesos de superación de otros.

3.3.3. La estructura de Gobierno

La institucionalidad del ser humano y de las organizaciones que conforman, tienden a ser muy dinámicas, a partir del crecimiento de las urbes que aumentan su complejidad, viéndose afectadas por la improvisación en su diseño y los criterios equivocados de gestión, aspectos que han incidido en la estructura de Gobierno en algunas ciudades, donde se ha visto afectada la capacidad de decisión institucional por causa de la

globalización, la descentralización y privatización en la prestación de los servicios básicos (Díaz, 2015).

La perturbación que sobre el sistema natural, genera el desarrollo de las ciudades, requiere de la comunicación y de la intervención de los entes gubernamentales para compartir conocimiento con las comunidades de forma transparente y establecer normas comunes para un sistema de gobierno que garantice un desarrollo sostenible en la preservación o restauración de los ecosistemas degradados, buscando la participación del sistema social en la cogestión y administración de estos espacios con la incorporación de la investigación, por intermedio de las universidades y centros de investigación, con el fin de recuperar los servicios que prestan los ecosistemas.

Si bien la problemática que presenta el RYSDJ para el sistema social circundante se reduce a las perturbaciones generadas por su gestión, es importante aclarar que cuando se diseñó el mismo, se buscó que quedara apartado de la ciudad de Bogotá, pero no se tuvo en cuenta el acelerado crecimiento de la población y la poca capacidad técnica del gobierno municipal, para contener la expansión y en mucho menor grado, para proteger el ecosistema aledaño (CSIRO, 2007).

Este aspecto ha desplegado una serie de normas regulatorias estructuradas por el sistema Gubernamental, que incluyen las de orden nacional, distrital y de participación comunitaria, buscando controlar la dinámica de flujos metabólicos de entrada (manejo y clasificación de los residuos sólidos en la fuente, la recolección y el transporte), así como de salida (gases de efecto invernadero y lixiviados), para construir una resiliencia socio ecológica, que permita a la comunidad, hacerle frente a disturbios y estrés externo como resultado del cambio social, político y medioambiental. Por otra parte, la resiliencia social en relación con el concepto de resiliencia ecológica, es un componente importante de las circunstancias bajo las cuales los individuos y los grupos sociales se adaptan al cambio medioambiental (Adger & Hobdod, 2014).

Algunos autores definen la resiliencia socio ecológica, como la interacción entre el sistema social y el natural. Por lo tanto, el sistema ecológico y el sistema social no pueden estudiarse por separado, debido a las interacciones dinámicas entre ellos. Es

muy importante l establecer un lenguaje común entre las áreas sociales y científicas, con el fin de compartir experiencias y lograr el cumplimiento de los objetivos planteados (Escalera y Ruíz, 2011).

Otros autores la conceptualizan como la cantidad de perturbación que un sistema puede absorber, entendiéndose esta, como la manipulación planeada de un proceso de experimentación. También es entendida como la capacidad de absorber perturbaciones y reorganizarse mientras un sistema experimenta un cambio, manteniendo la misma función, estructura e identidad, como un mecanismo de autorregulación (Barrera *et al.*, 2007; Folke *et al.*, 2010; Mitchell *et al.*, 2014).

Este proceso no necesariamente tiene un carácter negativo puesto que permite su conservación creativa, haciendo de la resiliencia un proceso dinámico que incorpora el componente social y el natural de manera escalar en tiempo y espacio. Al incluir el componente social, se complejiza el tratamiento para analizar la sostenibilidad de una forma diferente (Escalera y Ruíz 2011).

Los socioecosistemas siempre se encontrarán expuestos a las perturbaciones y a los cambios, por lo cual al no resistirse, tienen la capacidad de cambiar y transformarse sin perder su estructura y función. La resiliencia se convierte en una herramienta que permite evaluar las posibilidades de cambio y transformación, llevándola a considerar que la interacción naturaleza y sociedad son a la vez, parte de la estructura que conforma un sistema adaptativo, razón por la cual, se podría considerar el socioecosistema como el centro de la complejidad (Uribe *et al.* 2014).

3.3.4. La conformación del paisaje

El proceso de urbanización de las ciudades tiende a generar nuevos espacios, necesarios para suplir las necesidades de la comunidad para diferentes usos. En muchos casos, estos llegan a deteriorar los ecosistemas, anteponiendo el servicio público que se requiere prestar, como es el caso de los rellenos sanitarios. Los espacios verdes que prestan servicios al entorno urbano son muy dinámicos y de características irregulares y se encuentran influenciados por los sistemas sociales y naturales que tienden a

fragmentar se y convertirse en una amenaza para el mantenimiento de la biodiversidad, afectando su capacidad de prestar ecoservicios básicos para el ser humano (Herrerías, 2006; Vorraber *et al.*, 2014).

Los cambios drásticos que el desarrollo acelerado de las ciudades realiza sobre los paisajes circundantes, ha hecho que los patrones de desarrollo se cambien por decisiones políticas y no por necesidades reales del socio-ecosistema.

La importancia de la localización espacial de la infraestructura de soporte urbano, como son los rellenos sanitarios, influye en los flujos de residuos que se producen en las ciudades, donde después de ser transportados, dispuestos y enterrados, pasan a formar parte de un paisaje formalista, en espera de una asignación de uso futuro que por lo general, culmina en el olvido. Esta circunstancia da herramientas para que la investigación intervenga en la búsqueda para recuperar estos espacios degradados, incorporando diferentes elementos al paisaje para mejorar sus condiciones, haciendo de este un conjunto de formas que con el tiempo, vayan variando sin perder su función (Trinca, 2006). El reconocimiento del paisaje en cada territorio se manifiesta en la dinámica y formas que generan sensibilidad en las comunidades sobre el entorno común a ellas, y que son parte fundamental de su calidad de vida (Mata y Tarroja, 2006).

Si bien, la magnitud de la intervención genera la degradación del paisaje, se debe entender como una situación que se considera parcial o totalmente indeseable respecto de otra que se considera satisfactoria, siendo la indeseable aquella que por causas del orden natural o antropogénico, pierde la capacidad de generar los procesos naturales esenciales para el sostenimiento de la vida en un ecosistema, produciendo la desintegración del paisaje natural circundante (Gómez, 2015; Xing & Qiao, 2015).

Para Gómez *et al.* (2014), el concepto de espacio degradado responde a una situación no satisfactoria que genera efectos regresivos para el ser humano; los espacios degradados son el resultado de los impactos ambientales antropogénicos sobre el entorno. Por lo general, este estado se reconoce por la condición del sustrato del suelo sobre el cual se asienta la biocenosis después de una perturbación (González, 2015).

El estado de los suelos en espacios degradados da origen a un proceso de restauración que permite mejorar las condiciones del área degradada, con la estabilización del suelo para que se presente una reactivación en la prestación de los ecoservicios (Oliveira *et al.*, 2014). Los factores que intervienen en la degradación de un área después de la perturbación son del orden físico, químico y biológico. Por lo tanto, los suelos son el reflejo de cómo las diversas variables caracterizan el territorio; y sus cualidades se forman a partir de la roca madre y la injerencia de factores como el tiempo, el clima, la topografía y la acción de la vegetación (Pastor *et al.*, 2014).

Cuando el suelo es sometido a factores contaminantes en cantidades superiores a las que puede asimilar, se producen efectos directos e indirectos que modifican sus capacidades. Los contaminantes puede tener diversos orígenes entre los cuales sobresalen los de origen orgánico conformados por una gran cantidad de sustancias, en su mayoría fabricadas por el ser humano; los de origen inorgánico que se encuentran en los suelos de forma natural, y los metales pesados que se producen por su acumulación en grandes concentraciones.. Las formas de contaminación generan espacios degradados paradigmáticos con características de marginales, abandonados, deforestados y/o erosionados, las extracciones mineras, los rellenos sanitarios colmatados, los espacios afectados por obras de infraestructuras de gran tamaño, y los suelos contaminados con vertidos intencionados (el terrorismo ambiental), (Ollero, 2014; Gómez, 2015).

3.4. El concepto de resiliencia

La resiliencia es una propiedad de los sistemas y se relaciona con los cambios de los ecosistemas y donde es el objetivo central en los sistemas socioecológicos (Adger, 2000); se considera un concepto polisémico, con una gran diversidad de definiciones donde los estudiosos del tema han buscado que este concepto se entienda como un sistema dinámico entre el elemento social y el ecológico; permitiendo desde la socioecología mostrar a la resiliencia como un proceso de cambio, dando una nueva visión sobre esta (Stokols *et al.*, 2013). Para (Holling, 2001; Gómez-Baggethun, 2010). Para el desarrollo de este estudio se considera a la resiliencia como la capacidad que tiene un ecosistema para absorber una perturbación o perturbaciones sin que se generen

cambios de estado en las cualidades de este. Más aún cuando la presión antropogénica supera el umbral de tolerancia del ecosistema, genera una transformación en su estado que lo lleva a un nivel alterno donde se modifica su funcionamiento de manera irreversible a su estado original. Desde un punto de vista antropocéntrico, un momento socialmente deseado del ecosistema es cuando suministra ecoservicios para satisfacer las necesidades de la población (Folke *et al.* 2004).

La resiliencia como concepto es relativamente nuevo; inició como término recurrente en las ciencias físicas y matemáticas, integrándose con las ciencias sociales y ecológicas, en la década de los años 70; dando un cambio la visión de la ecología predominante en ese entonces según (Duque y Montes 2015). A pesar de su emergente popularidad en temas investigativos, no hay un término consensuado de la resiliencia; sin embargo la Real Academia Española la define como la capacidad humana de asumir con flexibilidad situaciones límite y sobreponerse a ellas (Real Academia Española, 2012). Algunos estudiosos la orientan al desarrollo de los sistemas sociales y ecológicos, en especial a la complejidad dinámica entre estos, que emerge de los procesos de adaptabilidad y la transformación (Folke *et al.*, 2010). Para los sistemas socio ecológicos, la capacidad de mantener su estructura debido a su capacidad de resiliencia, les permite minimizar las perturbaciones mediante la adaptación y la auto organización (Gómez-Baggethun, 2010; Farhad, 2012).

Para Rutter M (1993) en Badilla (1997), la resiliencia es un fenómeno multifacético que abarca componentes de carácter ambiental e individual; pudiendo modificar el concepto que se tiene de riesgo ya que una situación de afectación adversa, que para el ser humano puede tener características fatales, para un ecosistema puede llegar a conformar un factor positivo o “de resiliencia”, contribuyendo a una mejora de las condiciones en calidad de vida y renovación para las especies. El mejorar las condiciones y calidad de vida puede ser consecuencia de las diversas formas en que la naturaleza desarrolla mecanismos de protección o de “resiliencia”.

Desde las ciencias ecológicas se han adoptado dos significados principalmente, partiendo de su capacidad de adaptación en el tiempo y a su sinergia en la búsqueda utópica del equilibrio. Entre los significados el más antiguo es el asociado

etimológicamente a la palabra resiliencia (*resilio*, *resiliere*, que significa «saltar hacia atrás», «volver de un salto» o «rebotar»). Esta se asocia en la ingeniería a los sistemas que buscan el equilibrio después de cada perturbación y se denomina *resiliencia ingenieril*, dándoles una linealidad y predictibilidad a los sistemas; por otro lado está la *resiliencia ecológica*, asociada a la capacidad dinámica de los ecosistemas para asimilar las perturbaciones y adaptarse al cambio, pudiendo pasar a estados alternos diferentes al primigenio (Gunderson y Holling, 2002).

El concepto de resiliencia está claramente relacionado con otras condiciones de asociación entre la sociedad y del medio ambiente, teniendo en cuenta que para muchos es una clave para la conservación de la diversidad, relacionándola siempre con estabilidad, Adger (2000); también se ha empleado para realizar análisis de la dinámica social y natural, permitiendo examinar críticamente esta dinámica ayudando a abordar la gobernanza como factor integral de su funcionamiento, Cote y Nightingale (2012); de igual manera se visiona como la capacidad del ser humano o comunidad para afrontar una perturbación, permitiéndole aprender de ella y ser transformado, mediante un proceso de renovación; buscando su adaptación natural a momentos indeseables comprendiendo la dinámica de la naturaleza como los servicios que esta le brinda .

La manera de entender la resiliencia puede abarcar varias formas; se puede concebir como la habilidad o capacidad de un ecosistema para minimizar una perturbación según (Holling et al., 1996). De igual forma otras definiciones se enfocan en la velocidad de recuperación al disturbio, donde según Barrera et al. (2007), se debe entender el este, como un suceso moderado y no planeado, que causa una afectación a los ecosistemas en su estructura y función. En igual manera define el estrés como un estímulo con la capacidad de desviar la trayectoria de un ecosistema. La resiliencia no se refiere a un funcionamiento continuo que al igual que los ecosistemas puede auto organizarse aunque se encuentre en una situación cambiante e incierta (Holling, 2001; Perevochtchikova, 2014)

3.4.1. La resiliencia ecológica

La resiliencia ecológica, se puede entender como la capacidad de un ecosistema para buscar permanecer estable frente a cualquier perturbación; esta se relaciona con el funcionamiento del sistema y no con la estabilidad de sus poblaciones; siendo el impulsor en la generación de su desarrollo, teniendo en cuenta que los ecosistemas son dinámicos y continuamente se encuentran cambiando (Levin, 2000). Según Holling (1973), en su libro “Resiliencia y estabilidad de los ecosistemas ecológicos”, encierra en su idea que los ecosistemas no presentan características lineales; en una visión opuesta a las ideas dominantes que apoyaban la teoría de una búsqueda del equilibrio, donde por el contrario están inmersos en una dinámica cambiante.

Para Holling (1986), los ecosistemas presentan flujos irregulares de crecimiento, organización, colapso y renovación; lo que permite ejemplarizar el desarrollo de un bosque secundario en sus etapas de sucesión, sometido a perturbaciones como las quemadas, que como resultado presenta la liberación de nutrientes y los incorpora a un nuevo ciclo de crecimiento, tomado de (Calvente, 2007).

La necesidad de mostrar los fenómenos sociales actuales y las crisis presentadas por las perturbaciones desde la visión individual de sus componentes, sean sociales o naturales y adaptándose en el espacio temporal y escalar, ha afianzado el término en la dinámica léxica, asociándola para llegar a establecer un sistema complejo denominado socioecosistema o sistema socioecológico. Lo anterior ha obligado a los diferentes actores y sistemas a tomar acción para afrontar los efectos de las perturbaciones que amenazan el bienestar del socioecosistema, amenazando la cantidad y calidad de los servicios que prestan los ecosistemas e incrementando su vulnerabilidad (Duque y Montes 2015).

Por otra parte, la resiliencia ecológica se relaciona con el funcionamiento del sistema y no con la estabilidad de sus poblaciones. Para Duque y Montes (2015), es el impulsor en la generación de su desarrollo, teniendo en cuenta que los ecosistemas son dinámicos y continuamente se encuentran cambiando. Según Holling (1973), en su libro *Resiliencia y estabilidad de los sistemas ecológicos*, sostiene que los ecosistemas no presentan características lineales, en una visión opuesta a las ideas dominantes que apoyaban la teoría de una búsqueda del equilibrio, donde por el contrario, están

inmersos en una dinámica cambiante. De igual manera, manifiesta en su publicación de 1986, que los ecosistemas presentan flujos irregulares de crecimiento, organización, colapso y renovación, que permiten ejemplarizar el desarrollo de un bosque secundario en sus etapas de sucesión, sometido a perturbaciones como a las quemadas que producen como resultado, la liberación de nutrientes que se incorporan en un nuevo ciclo de crecimiento (Calvente, 2007).

3.4.2. La resiliencia social

La diferencia entre la resiliencia social y la ecológica la describe Adger (2000), como la habilidad de grupos o las comunidades para hacerle frente a disturbios y estrés externo; como resultado del cambio social, político y medioambiental; mientras que la resiliencia social, en relación al concepto de resiliencia ecológica, es un componente importante de las circunstancias bajo las cuales los individuos y los grupos sociales se adaptan al cambio medioambiental. La resiliencia en un sistema ecológico no es fácilmente observada, haciendo referencia a la funcionalidad del sistema y no a la estabilidad de sus poblaciones ocupantes; como tampoco a la capacidad de mantener un estado ecológico en equilibrio, según (Pimm, 1984; Holling *et al.*, 1996; Perrings, 1996; Gunderson *et al.*, 1997).

Siendo más concreto en su concepto de resiliencia social o comunitaria, Adger (2000), en Trinidad (2014), la relaciona con la capacidad que tienen las comunidades para soportar las externalidades perturbadoras de su estructura social, mientras que Norris *et al.* (2008), se refieren a la capacidad que tiene la comunidad para irse adaptando, de manera positiva en el transcurso del tiempo, después de la perturbación. Para Maturana y Varela (1994), esta resiliencia está relacionada con la capacidad de coevolución del individuo en un medio que ha sido sometido a una perturbación, y donde el acoplamiento estructural de la sociedad les permite enfrentarla de manera conjunta, evolucionando hacia un cambio adaptativo (Eachus, 2014).

Este tipo de resiliencia se ha asociado más que todo a los desastres naturales, y se define como el riesgo que genera pérdidas significativas, en lo referente a vidas humanas y propiedades, como a aquello que interrumpa los procesos funcionales y actividades

cotidianas propias de la interacción social (Panton y Johnston, 2006 en Sanders *et al.*, 2015).

En el contexto de los desastres, para Iniesta (2009), ser resiliente implica tener una capacidad de adaptación a la nueva realidad, ya que los cambios pueden ser físicos, sociales o psicológicos. En muchos de los casos, no se da la posibilidad de retornar al estado anterior, reconceptualizando la idea de la perturbación como algo negativo y asociado a la pérdida y no a una afectación que puede generar ganancia.

En los ecosistemas humanos, la resiliencia implica que las comunidades se encuentren capacitadas para planificar y anticiparse a las perturbaciones que se puedan presentar. Los seres humanos dependen de los sistemas ecológicos para garantizar su existencia; de esta relación, se generan los sistemas socio ecológicos (*SSE*), como entidades jerárquicas donde la sociedad y la naturaleza interactúan de forma recíproca y en distintos niveles de organización, considerando el sistema social como parte de la naturaleza (Glavovic *et al.* 2015).

3.4.3. La resiliencia socioecológica

En lo relacionado a la resiliencia socioecológica (*RSSE*), es referida por algunos autores como la interacción entre el humano y la naturaleza; por tanto los elementos ecológicos y los elementos sociales no pueden estudiarse por separado, debido a las interacciones dinámicas entre ellos. Para otros es la cantidad de perturbación que un sistema puede absorber, Carpenter (2001); entendiéndose ésta, según Barrera *et al.* (2007), como la manipulación planeada de un proceso de experimentación; también esta se entiende como la capacidad de absorber perturbaciones y reorganizarse mientras un sistema experimenta un cambio, manteniendo la misma función, estructura e identidad, como mecanismo de autorregulación (Walker *et al.*, 2008).

Para Walker *et al.* (2008), es de importancia establecer que el componente social en la resiliencia socioecológica es de gran relevancia, porque considera las acciones antropogénicas como un factor de cambio que no se puede estudiar de manera independiente del sistema ecológico, sino que se han de tener en cuenta las

interacciones dinámicas entre ellos, puesto que fortalece la capacidad del ecosistema frente a los cambios continuos, y permite gestionar los procesos ecológicos que los ecoservicios generan a los humanos en diversa escala (Bennett *et al.* 2014).

Para adelantar la gestión de la resiliencia socioecológica, Folke *et al.* (2003), y Berkes (2007), plantean cuatro líneas para su desarrollo, aplicables a la situación que se presenta en la zona de estudio, y son:

Aprender a vivir con los cambios y el dilema de lo que pueda pasar: desarrollando una capacidad de adaptación frente a las crisis, que permita impulsar una memoria social, dejando de lado el concepto de estabilidad y aguardando lo inesperado. Esto invita al sistema social a asimilar los cambios que se presentan en el paisaje como en las condiciones ambientales que se puedan generar por la gestión del relleno, mediante una convivencia compartida entre los actores, aceptando el cambio continuo. y preparándose para cualquier eventualidad.

Fomentar la diversidad en sus diferentes tipos: ya sea la ecológica (genética, de especies y paisajística), la económica (diversidad de ecoservicios). La comunidad está invitada a participar en la restauración de la zona del relleno en su etapa de clausura, para incorporar otras especies que busquen compartir estos espacios, ya sea desde el interior del relleno hacia sus límites o del exterior hacia el interior del mismo.

La combinación de las diferentes formas de conocimiento: ya sea experimental (científico o tradicional), permiten el aprendizaje por medio de unidades de diálogo inter-escalar. El enfoque sistémico permite el tratamiento interdisciplinar, enriqueciendo la gama de posibilidades frente a la construcción de nuevo conocimiento que incluya las comunidades cercanas desde sus experiencias, para ser partícipes del cambio.

Generar una auto-organización con vínculos interescales: donde se refuerce la gestión comunitaria y la memoria institucional, fomentando la eco-gestión adaptativa y el aprendizaje organizacional. Un ejemplo de esta fase son las Juntas

Administradoras Locales (JAL), cuya función es organizar las comunidades de forma estructurada, promoviendo su participación en la vigilancia de los recursos públicos y en la elaboración del plan de desarrollo, de manera mancomunada con las instituciones responsables del gobierno local.

3.5. La restauración y el contexto internacional

La restauración se presenta como una solución para revertir algunos de los efectos de la intervención antropogénica, mediante un proceso inducido para desarrollar una sucesión dirigida en apoyo al surgimiento de un ecosistema emergente (Velásquez, 2015). Para este caso la definición propuesta es la de una estrategia adaptativa que permite recuperar procesos ecológicos degradados, manteniendo la organización y función del ecosistema a nivel temporal y escalar; con el soporte de estrategias de participación social.

Como disciplina científica, la restauración da las herramientas para aplicar en cualquier ecosistema que haya sido degradado, dañado o destruido (SER, 2011), su carácter multidisciplinar y multiescalar da cabida a las ciencias ambientales y sociales, buscando en la sostenibilidad, la restauración integral de los ecosistemas (Vargas *et al.* 2007). Lo anterior da herramientas que permitan dar respuesta a la dinámica de gestión como al manejo de los ecosistemas degradados (Minambiente, 2015).

El paradigma de una restauración debe sostenerse sobre un marco teórico apoyado por la ciencia y por la academia, pero en lo referente a socio-ecosistemas complejos y degradados tiene poca viabilidad, y optado por una rehabilitación dirigida (Ollero, 2011). Lo importante de la restauración es recuperar su estructura, su función y su identidad para lograr la recuperación del capital natural y la generación de eco-servicios (Murcia y Guariguata, 2014).

Colombia desde hace dos décadas, asumió un papel activo frente a la problemática del deterioro de los ecosistemas, adoptando una serie de programas y proyectos orientados a mitigar el fenómeno por medio de la restauración ecológica (Murcia y Guariguata, 2014). La necesidad de restaurar no se concibe a menos que el área o ecosistema se

someta a una intervención drástica y extrema por parte de las acciones antropogénicas (Cuba, 2014). Este cambio se distingue por ser rápido y violento; en especial, cuando se habla de una afectación con apoyo tecnológico; caso contrario, son los cambios naturales que se caracterizan por ser lentos y pausados. Los proyectos de restauración desarrollados en el País, han cubierto unas 87.000 hectáreas, localizadas en su mayoría en la región andina, y en ecosistemas por encima de los 2.000 msnm. El énfasis de esta restauración se ha orientado a recuperar servicios hidrológicos y áreas con altos niveles de erosión en minifundios (Murcia y Guariguata, 2014).

Hay tres formas básicas de restaurar ecológicamente un área degradada: la primera es *recuperarla*, volviendo a cubrir de vegetación el suelo con especies apropiadas con el fin de recobrar algunos de los ecoservicios; la segunda es *rehabilitarla*, busca generar en el sistema degradado y sistema de condiciones en lo posible similares al primigenio y orientado a la sostenibilidad; y la tercera es *restaurarla*, busca llevar al ecosistema a una condición similar al primigenio en cuanto a sus elementos estructurales y de funcionamiento; restableciendo en el lugar, el conjunto original de plantas y animales con casi la misma población que hacía presencia inicialmente (Machlis, 1993; Minambiente, 2015).

Cuando se habla de *restauración*, es pertinente mencionar que en este proceso, nunca se puede llevar el ecosistema a su estado natural ni tampoco regresar al estado predisturbio o actividad antropogénica (figura 3-4).

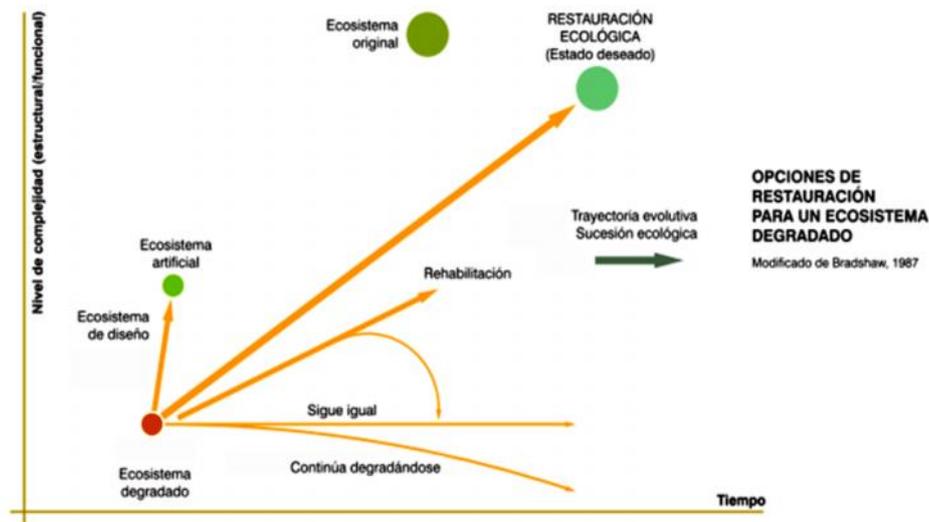


Figura 3-4. Diferentes tendencias que puede presentar un ecosistema degradado dentro de un proceso de restauración, según los objetivos que se buscan
Fuente: Montes *et al.* (2008)

La figura anterior presenta las diversas trayectorias que podría tomar un ecosistema degradado, sometido a un proceso de restauración según sea la dinámica orientada, mediante un proceso direccionado por el ser humano o mediante un proceso natural. Se aprecia que el estado original es una utopía, mientras que llegar a un estado deseado puede ser posible, pero el proceso de sucesión podría por su complejidad, no dar como resultado la generación de los objetivos buscados o los ecoservicios deseados.

Otros términos objetivos de la restauración por entender, son los de: *restitución* que se logra cuando se llega a una situación distinta a la primigenia, pero desde el punto de vista ecológico, se aproxima a ella, debido a la lentitud de los procesos naturales; la *rehabilitación* busca la reparación de los procesos, la productividad y los servicios de un ecosistema, pero no necesariamente la integridad biótica preexistente, en términos de composición de especies y estructura de la comunidad (SER, 2004; Murcia y Guariguata, 2014); la *remediación* se refiere a una actividad específica que puede formar parte de un proyecto de restauración, pero sus objetivos son más limitados y hace referencia a la utilización de un proceso tecnológico o de ingeniería ambiental que permite reparar un tipo de daño específico, mientras que en una *reforma*, los procesos están dirigidos a facilitar que se desarrolle en el área, un proceso de restauración pasiva (sucesión natural). Para realizar la *recuperación*, se debe proponer un estado alternativo

al inicial que en algunos casos, pudiese llegar a ser mucho más productivo. Sin embargo el restaurar ecosistemas degradados presenta inconvenientes, especial en áreas donde la vegetación nativa fue remplazada por cultivos y pastos (Velásquez, 2015).

Muchos ambientalistas no han comprendido aún, la importancia de la restauración ecológica, y la observan tan solo como un intento de restaurar la naturaleza misma y no como el intento de restaurar las relaciones entre el ser humano y la naturaleza (Light, 2003). Una de las principales funciones de la restauración es evitar la pérdida futura de los ecosistemas, como reparar los sistemas naturales que han sido dañados (Montes *et al.*, 2008). Mientras que para Sánchez, *et al.* (2002), el término de restauración se ha generalizado para identificar todo proceso ecológico que tenga como fin recuperar las condiciones de tiempo y lugar de un ecosistema, que haya sido afectado por una perturbación natural o antropogénica.

El proceso de restauración es inducido por el ser humano, buscando la recuperación de un estado similar al inicial del ecosistema (flora, fauna, vegetación, microorganismos, agua, clima y suelo), donde se generó el disturbio. La restauración no debe verse como una acción de plantar especies vegetales o de reimplantar especies animales; por el contrario, es una emulación de los diferentes estados de un proceso de sucesión hasta lograr que el ecosistema se estabilice y pueda prevalecer (Sánchez *et al.* 2005).

En el contexto nacional, la disciplina de la restauración se formalizó inicialmente con dos instrumentos: “el Plan estratégico para la recuperación ecológica y el Establecimiento de Bosques en Colombia, o Plan verde” y el segundo, se denominó “Colombia, Biodiversidad siglo XXI”, preparado por el Ministerio del Medio Ambiente de Colombia y aprobado por el Consejo Nacional Ambiental (CNA), hacia 1988. El Plan Nacional de Restauración nació en 2013, y su objetivo era la restauración ecológica, la recuperación y la rehabilitación de áreas disturbadas que permitieran la conservación de la biodiversidad, el mantenimiento de los bienes y servicios del ambiente y por último, está el Plan Nacional de Biodiversidad (Murcia y Guariguata, 2014).

Algunos investigadores estiman que el siglo XXI para Colombia será un periodo de restauración, donde a finales del XX gran cantidad de ecosistemas sufrieron transformaciones de carácter antropogénico. En lo corrido de este siglo se estima se han recuperado el 2% de la cobertura vegetal (Sánchez-Cuervo et al., 2012).

En Colombia los mayores problemas de degradación se presentan en la zona Andina, donde se concentra la mayor diversidad del país; en la Caribe, Orinoquia y Pacífica la amenaza sobre los ecosistemas es latente debido a la expansión de las fronteras agrícolas, la deforestación ocasionada por el avance de los cultivos ilícitos, la extracción de recursos naturales y minerales (Murcia et al., 2013).

El proceso de restauración ha asumido un gran auge a nivel mundial en especial en Europa, Estados Unidos y Australia (SER, 2013). Colombia presenta una historia de restauración más reciente, con trabajos improvisados para recuperar la cuenca del río Otún (municipio de Pereira, Risaralda), durante los años 50 (Kattan y Murcia, 2012); otros se adelantaron durante los años 70 con la recuperación de suelos y cobertura vegetal degradados, en la reserva del Río Blanco, en el departamento de Caldas (CORPOCALDAS, 2010).

De igual forma la restauración ecológica aporta a la recuperación del “capital natural”, visto como todos los recursos naturales que proporcionan un flujo sostenible de bienes y servicios, contribuyendo a la estimación y valoración de los ecosistemas, como al aumento de la resiliencia en los ecosistemas (Lamb et al., 2011); lo que permite estimar que la restauración presenta la capacidad de generar recursos económicos y sociales (de Groot et al., 2013). El beneficio social se relaciona con el valor que le da la comunidad a la naturaleza, vista como fuente de recursos y servicios, aspecto que motiva su participación en los proyectos de restauración; donde la invisibilidad del valor económico del medio natural es el factor fundamental de la pérdida de ecoservicios Sukhdev (2010), fortaleciendo la relación naturaleza sociedad mediante un análisis histórico de las razones que llevaron a estas comunidades a degradar el ecosistema circundante (Clewel y Aronson, 2013).

3.5.1. La restauración ecológica

La restauración ecológica es reconocida en la actualidad como un elemento clave en la sostenibilidad en los procesos de conservación de los ecosistemas, que han sido degradados por la actividad antropogénica; ofreciendo la posibilidad de restaurar sus servicios ecológicos (Aronson y Alexander, 2013).

La formalización de la disciplina hacia los años 80, se orientó a la restauración de los ecosistemas en todo su conjunto. Con el aumento de estudios y publicaciones científicas, durante los años 90 la restauración se posicionó y fortaleció hasta 2015, con la creación de diversas instituciones que por su importancia, fue considerada por el Convenio Marco de Cambio Climático (CMCC), de las Naciones Unidas, como una de las herramientas para el manejo de los ecosistemas (CMCC, 2013). Su origen se remonta a Aldo Leopold en 1934, quien sostuvo: “*ha llegado el momento para que la ciencia se ocupe de la tierra*” y el primer paso, es reconstruir una muestra de lo que teníamos en un principio (Murcia y Guariguata, 2014).

La restauración ecológica se puede entender como la implementación de procesos que permiten restablecer total o parcialmente la función a un ecosistema que se haya visto enfrentado a un proceso de cambio de tipo ambiental y socioeconómico, donde en un primer momento, pierde sus características al ser afectado por el desarrollo de un proyecto o disturbio. Murcia y Guariguata (2014), pero con posibilidad de generar un aumento de la resiliencia, incrementado el capital natural (Lamb *et al.*, 2011). Se debe entender este último como un evento no planeado (Barrera y Valdés 2007); y de igual manera, debe comprenderse que el *área disturbada* corresponde a aquella que haya perdido parcial o totalmente su función dentro del ecosistema. Su objetivo principal es la recuperación de la biodiversidad, la estructura y los procesos funcionales de los ecosistemas, con la pretensión de retornar al estado inicial (Meli, 2003).

Dicha afectación se puede dar en aspectos como: la cobertura vegetal, la composición de las especies del lugar, su funcionalidad y autosuficiencia, sin dejar de considerar la dinámica de los ecosistemas que se encuentran influenciados por factores externos que generen las acciones disturbantes, en diferentes magnitudes y por espacios de tiempo variables (Sánchez, *et al.*, 2005; Reis *et al.*, 2014). Según lo expuesto por Barrera *et al.* (2007), en un proyecto de estudio a *nivel espacial*, los eventos disturbantes se clasifican en: pequeños cuando su área cubre hasta una hectárea, medianos cuando el área afectada está entre 1 a 10 hectáreas y -grandes cuando el área del evento afecta más de 10 hectáreas; mientras que en el *nivel temporal*, los eventos se pueden presentar en fracción de segundos, días, meses, años o milenios.

La ecología de la restauración no es sinónimo de restauración ecológica puesto que la ecología de la restauración es una rama de la ecología general y tiene como función, analizar e interpretar los procesos que se dan durante la recuperación de un ecosistema disturbado (Barrera y Ríos, 2002). De esta forma, podría entenderse la restauración ecológica como una serie de acciones que permiten simular la sucesión ecológica (Odum y Barrett 2006), siendo considerada como una estrategia para incrementar la prestación de los ecoservicios y evitar la pérdida de biodiversidad (Bullock, 2011). La calidad de la restauración depende de la dinámica interrelacional entre la investigación y la práctica, teniendo en cuenta aspectos tales como: el factor genético de las especies nativas, la genética de las especies incorporadas y la de los híbridos que surjan del cruce de las anteriores, porque estos tienen menor capacidad adaptativa (Álvarez *et al.*, 2015).

Los principios de restauración de ecosistemas terrestres son los mismos principios de la sucesión ecológica, que se entiende como un proceso mediante el cual los seres vivos ocupan los espacios que la naturaleza les brinda, buscando con el tiempo, el reemplazo de especies a medida en que las condiciones lo permitan Bradshaw (1987), en Maglianesi, (2011).

En el desarrollo de este proceso, no solo se busca recuperar las especies afectadas, sino devolver al ecosistema su dinámica, para que se reactiven sus procesos y se restablezcan las interacciones entre el medio abiótico y las especies que lo habitan, sin importar el tamaño del área por restaurar, solo de la cantidad de recursos disponibles para alcanzar el fin (Kondolf *et al.* 2014). El proceso de restauración tiene un carácter multidisciplinario que incluye el análisis de los estados de sucesión, las características físicas, químicas y productivas de los suelos, las características geológicas y geomorfológicas, así como el estudio de la capacidad productiva de alimento para el sustento de las cadenas tróficas, entre otros, teniendo en cuenta que se debe incluir en el proyecto, factores como el social, el económico y el científico (Rodríguez *et al.* 2014).

Partiendo de la premisa sobre la restauración de Elliot (1995), en Light (2003), donde se expresa que *“Tratar de restaurar un paisaje totalmente árido y ecológicamente destruido en algo rico y productivo es algo positivo; pero el reemplazar un ecosistema rico con otro rico pero artificial es algo negativo”*. Teniendo en cuenta lo anterior, la

tesis de Elliot sugiere que *la naturaleza restaurada no es una naturaleza original*, sin que por esto desestime que en la mayoría de los casos, exista una acción positiva en los actos de restauración Light (2003).

La restauración de un área afectada depende del tipo y magnitud de la perturbación, que puede llegar a un nivel de degradación tal, que no pudiera darse dicha recuperación. Machlis (1993), en Galvis (2002), plantea que el proceso de restauración es el indicado cuando el ecosistema no presenta un estado de recuperación de forma normal o lenta, como consecuencia del deterioro de algún límite ecológico, como cuando el área es vulnerable a perturbaciones recurrentes, por ejemplo; los incendios; otro límite es cuando después de la perturbación, los individuos remanentes de las comunidades sean pocos y las distancias de dispersión sean muy largas, como en el caso de las islas, cuya tasa de dispersión llega a ser muy baja o nula; otro límite por considerar, es cuando las especies clave no tienen la capacidad de colonizar sin ayuda externa, lo cual es también un problema, cuando haya presencia de una sobrepoblación de malas hierbas o plagas.

En los últimos años la restauración ecológica ha presentado avances de importancia en la rehabilitación práctica de los ecosistemas degradados; en especial es de importancia conocer los conceptos que hacen relación a la dinámica de los ecosistemas que permita realizar un diagnóstico de los efectos que las perturbaciones han ocasionado al ecosistema, permitiendo la idealización de una estrategia adecuada para lograr los objetivos de la restauración, enmarcados en la realidad actual del ecosistema como en lo que se espera de este en el futuro, desde la visión sistémica del socio ecosistema (Hobbs, 2007).

En Colombia, la restauración ecológica es una disciplina relativamente nueva, donde la expansión de las áreas urbanas generó graves efectos sobre el sistema natural; la mayoría de los proyectos de este tipo se han desarrollado a una escala reducida entre 1993 y el 2011. En su primera etapa entre 1993 y 2005 se dio inicio a 22 proyectos, mientras que para el periodo 2006 a 2011 se iniciaron 74 proyectos para un total de 96, con área aproxima cubierta de 87.870 ha (Murcia y Guariguata, 2014). En su gran mayoría de los 96 proyectos, 79 se encuentran concentrados en la parte alta de las

cordilleras, en áreas de características húmedas, muy húmedas o pluviales; los otros 22 se localizan en zonas secas, muy secas y sub-xerófilas (Holdridge, 1967).

3.5.2. La restauración del capital natural

Para entender el concepto, es indispensable entender que la *restauración ecológica* es un *proceso que busca la regeneración de los ecosistemas degradados o dañados* (www.ser.org), mientras que la *restauración del capital natural* hace referencia a las *actividades que buscan apoyar o invertir en la recuperación del CAN, mejorando la productividad y la generación de servicios de los ecosistemas indispensables para la existencia del ser humano* (SER, 2004).

Hay dos formas de deterioro del CAN: el deterioro temporal que se presenta de forma natural como los incendios forestales asociados a periodos de sequía que en cierta medida, favorecen la germinación natural de especies o las grandes inundaciones asociadas a la renovación de los suelos con la incorporación de nuevos nutrientes; cuando este tipo de eventos sucede en lugares remotos, no son considerados perturbaciones CEPAL (2003); la otra forma de deterioro es el de tipo permanente, asociado a las actividades de origen antropogénico, donde la interacción humano-naturaleza puede producir perturbaciones o modificaciones de tipo cualitativo y/o cuantitativo, afectando de forma negativa los ecosistemas y por consiguiente, su propio bienestar.

El evidente deterioro del capital natural, generado por factores como los cambios en el uso del suelo, la degradación de las cuencas hídricas, el desarrollo y expansión incontrolada de los centros urbanos, así como la construcción de grandes proyectos de ingeniería y la sobreexplotación de los recursos, han generado problemas en la prestación de servicios de regulación, mientras que por otra parte, se ha incrementado la generación de servicios culturales (EME, 2011).

La restauración del capital natural tiene como objeto, integrar la comunidad en torno a la mejora de los ecosistemas, en cuanto a salud, auto sostenibilidad e integridad, mediante la inversión para la reposición de las existencias de capital natural, buscando

renovar los flujos de servicios de los ecosistemas que a su vez, mejoran las condiciones de bienestar humano GRN y SER (2013), teniendo como fin conservar los ecosistemas a largo plazo, con el desarrollo de acciones de restauración e integración de sistemas productivos y sistemas naturales incorporados en un mismo paisaje (Aronson *et al.* 2007; Murcia y Guariguata, 2014).

El incremento en la producción y demanda de alimentos ha producido un aumento en la generación de residuos, que aunada a una falta de conciencia social, estrechamente ligada a la falta de un manejo de los residuos en la fuente, hace indispensable adecuar nuevos espacios naturales para su disposición, en nuevos rellenos sanitarios, debido a la colmatación acelerada de los rellenos activos. Por consiguiente, estas áreas que son dedicadas a la construcción de rellenos sanitarios, son espacios que pierden su capital natural, dejan de producir servicios de los ecosistemas y quedan vulnerables frente a diferentes tipos de perturbación.

Para Aronson *et al.* (2008), el capital natural, esté intacto o restaurado, es indispensable para el desarrollo económico de una comunidad o población. Sin embargo, el hecho de que el capital natural se esté deteriorando de forma rápida y a una mayor velocidad de lo que el mismo se pueda recuperar, hace insostenible el desarrollo de las regiones. Esta sostenibilidad hace que a largo plazo, la sociedad tenga que invertir en restaurar el capital natural para aumentar la oferta de servicios de los ecosistemas.

Los proyectos de restauración, según Rey Benayas *et al.* (2009), pueden aumentar la calidad de los ecosistemas y por consiguiente, incrementar los servicios de los mismos. Aronson *et al.* (2008), en su análisis sobre *El establecimiento de los vínculos entre el desarrollo económico y la restauración del capital natural*, expresa que los estudios sobre el tema, se han centrado en el funcionamiento y dinámica de ecosistemas naturales no intervenidos, y dejan de lado los sistemas que han sido modificados, transformados y degradados por el ser humano, como es el caso de los paisajes deteriorados por la operación de los rellenos sanitarios y su función en el ecosistema.

3.5.3. La restauración del paisaje degradado

Siendo el paisaje el marco espacial del ecosistema, se debe entender como un conjunto de factores geomorfológicos, bióticos, hídricos y antropogénicos, enmarcado en una realidad física que genera sentimientos y sensaciones, al momento de observarse (Velásquez y Bocco, 2003). El paisaje puede ser considerado como el marco en donde todas las cosas suceden y el escenario que da sentido a todas las cosas que ocurran Guevara (2008). Esta característica geográfica o estética de los territorios o como se quiera definir algo que es a la vez tan intangible, resulta capaz de representar la historia, la cultura y la identidad de una tierra. El ser humano, al incluir de forma progresiva una gran variedad de técnicas en el ecosistema, ha generado una relación directa con el paisaje, haciendo que este se forme por un proceso de adición y reemplazo para lograr un espacio histórico y multitemporal (Mata, 2005).

El paisaje se viene considerando como una herramienta fundamental en las políticas de ordenamiento del territorio, y sectores como el social, el económico y el cultural de las regiones, debido a que se ha convertido en un elemento importante en la calidad de vida de la población tanto rural como urbana (Nogué y Sala, 2008).

No todos los paisajes tienen la misma connotación en la población, lo cual hace que se le pueda asignar diferentes valores según quien lo percibe, sin importar si son naturales conservados, degradados o industrializados. Para Mata y Tarroja (2006), el paisaje y la gestión del territorio no pueden divorciarse.

Para el Observatorio del paisaje, la restauración del mismo, también llamado paisajística, se define como: *“Conjunto de operaciones que tienen por finalidad que la percepción visual de un espacio sea similar o evolutivamente concordante a la que lo componía antes de ser alterada por una actividad humana”*, mientras que para el contexto, significa *“un área, tal como la percibe la población, cuyo carácter es el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y humanos”* (Council of Europe, 2000).

La restauración se adelanta a partir de reconocer presencia de una interferencia, alteración o disturbio en los procesos que condicionan el estado natural de un ecosistema, sin tener en cuenta las causas sino las consecuencias de la alteración, como son la pérdida en la biodiversidad, la de los servicios de los ecosistemas, aportes al cambio climático, alteración en el paisaje natural y en la belleza escénica entre otras, que repercuten de manera general en la calidad de vida de la población (Harker *et al.*, 1999 en Cotler *et al.*, 2003; Castro *et al.*, 2014).

La implementación de un protocolo para la restauración, según la *Society for Ecological Restoration International* – Sociedad internacional para la restauración ecológica SER, permite determinar cuándo un ecosistema presenta los recursos suficientes para mantenerse funcionalmente por sus propios medios; los nueve parámetros a implementar dan una visión del alcance de la restauración (SER 2004). Algunos parámetros son medibles, mientras que otros se deben determinar por métodos secundarios. Entre los parámetros a alcanzar están:

- 1- El ecosistema restaurado es el hábitat de un grupo de especies características que conforman la estructura de una comunidad.
- 2- El ecosistema presenta especies nativas en un grado permisible; sin embargo en ecosistemas cuya función sea cultural se acepta la presencia de algunas especies exóticas.
- 3- Los grupos de especies de importancia para el desarrollo y sostenimiento del ecosistema deben estar representados, por el contrario los que faltan deben contar con la capacidad de hacer presencia mediante la colonización natural.
- 4- Las condiciones físicas presentes en el ecosistema deben ser las necesarias para sostener la dinámica poblacional presente e indispensable para el desarrollo del mismo.
- 5- La actividad del ecosistema restaurado debe ser lo más parecida posible al original, acorde a su etapa de sucesión y sin presentar muestras de alteración o disfunción.
- 6- El ecosistema debe mostrar una fase de integración con el paisaje mediante una dinámica de movilidad e intercambio a niveles biótico y abiótico.
- 7- La reducción de las perturbaciones potenciales debe ser evidente garantizando el buen estado del ecosistema.

- 8- Bajo las condiciones de madurez el ecosistema debe presentar un estado de resiliencia ecológica; que le permita hacer frente a cualquier perturbación, permitiéndole mantener su integridad.
- 9- Su grado de sostenibilidad debe tener la capacidad de persistencia indefinida bajo cualquier condición presente; sin embargo su dinámica biológica y estructura funcional puede variar según su estado de alteración; haciendo que sus cualidades de ecosistema restaurado evolucionen según las variaciones ambientales.

El proceso de restauración de un ecosistema degradado se puede presentar sin que se presente la totalidad de los nueve parámetros, pero es indispensable que el surgimiento sea en lo posible lineal hasta llegar al estado deseado (Velásquez, 2015).

3.5.4. La restauración desde el sistema social

La participación del sistema social junto a los otros actores, en el proceso de restauración de los ecosistemas degradados, puede ser beneficiosa en cada una de sus fases; ya que las experiencias y conocimiento conducen a un diseño de estrategias apropiadas y oportunas para su manejo adaptativo (Danielsen *et al.* 2010; Minambiente, 2015). Una limitante en la intervención del sistema social en el desarrollo de los proyectos de restauración, es la falta de socialización de estos ante la comunidad circundante. La sostenibilidad de los proyectos requiere como herramienta importante la incorporación del componente socioeconómico; donde por su dinámica el sistema social es un degradador de los ecosistemas, su condición les permite ser partícipes de un proceso de preservación y cambio que permita recuperar el ecosistema de forma permanente.

El paradigma de la restauración es un concepto que se mantiene dentro del concepto de las ciencias como un marco teórico para la recuperación de espacios naturales; pero en lo referente a la restauración de espacios degradados es poco procedente (Ollero, 2014); por lo que es más práctico realizar una rehabilitación con metas más claras y alcanzables como con el apoyo de la ciencia. Es una obligación del sistema social el recuperar el entorno degradado para entregarlo a las generaciones futuras y puedan beneficiarse de este.

La sociedad es un factor limitante en los procesos de rehabilitación de los espacios degradados, siendo esta una maniobra de gestión para la restauración; apoyándose en la ciencia se implementa una rehabilitación de carácter activo por el uso de técnicas y herramientas particulares para acelerar los procesos, mientras que la restauración mantiene su carácter pasivo al estar inmersa en la dinámica del sistema natural, que se inicia solo cuando las perturbaciones terminan y los daños al ecosistema se minimicen (Mc Donald, 2010).

La intervención del ser humano en los procesos de restauración, busca mitigar el impacto de las perturbaciones sobre los ecosistemas, mediante la implementación de alternativas que planteen estrategias de carácter voluntario, como la aplicación de los conocimientos tradicionales, que permitan generar recursos para desarrollar programas de restauración con el fin de restablecer o generar nuevos ecoservicios (Velásquez, 2015).

3.6. La sostenibilidad

Este concepto se entiende como una capacidad del ser humano para satisfacer las necesidades de la población actual, sin afectar los recursos que permitan cubrir las necesidades de crecimiento y el desarrollo de las próximas generaciones (Marten, 2001). Lo anterior nos lleva a comprender que toda decisión relacionada con la actividad antropogénica, debe evaluarse y llega a establecerse como columna vertebral de la sostenibilidad, de los sistemas socio ecológicos (SSE), (Salas *et al.*, 2011).

El término sostenibilidad ha presentado diversos cambios de percepción en el transcurso del tiempo, basado en el desarrollo de los SCSE e inmerso en tres factores centrales: el económico, el social y el ambiental, lo cual ha llevado a que se le reconozca como una capacidad para activar el desarrollo económico que a su vez, protege los sistemas ecológicos que proveen de recursos a las comunidades como fuente de sobrevivencia de sus la generaciones futuras (Calvente, 2007 b; Proag & Proag, 2014). En la medida en que las ciudades sean sostenibles, aportarán al desarrollo global, y para ello, se requiere

de la integración social que permita disminuir el riesgo, tomar decisiones adecuadas y planificar con el fin de fortalecer la capacidad de la resiliencia urbana, con el uso de la ciencia y la tecnología, que permita mejorar la calidad de vida y redimir los errores cometidos en el pasado (Ahern, 2011).

La sostenibilidad está asociada a una productividad indefinida sin que se agote la materia prima o el recurso utilizado indispensable para su funcionamiento, sin producir más contaminación de la cual el medio natural pueda absorber, y su finalidad es mantener saludables los ecosistemas. Marten (2001). Esto hace que la interacción humano- ecosistemas sea tan funcional, que proteja la integridad de los últimos y se garantice el suministro de ecoservicios. Este aspecto ideal para el crecimiento exponencial de las comunidades, tiende a duplicarse regularmente debido a la baja resiliencia ambiental, hasta llegar a un estado de clímax, cuando se estabiliza el proceso e inicia su decadencia (Calvente, 2007 b).

La sostenibilidad no es una herramienta para soportar el crecimiento económico de una comunidad; más aún, cuando el objetivo se basa en el incremento de la demanda de recursos naturales, cuando los ecosistemas generadores de los ecoservicios cuentan con capacidades limitadas para producirlos, lo cual hace que los ecosistemas deteriorados permitan alcanzar un desarrollo económico con justicia social, que determina que a una mayor demanda de ecoservicios, menos sostenibles son los ecosistemas (Marten, 2001). Por consiguiente, la responsabilidad social de mantener la funcionalidad y una adecuada gestión de los ecosistemas, hacen que se garantice de manera rentable, los niveles óptimos en la calidad de los ecoservicios (Mumby *et al.*, 2014).

3.7. Servicios de los ecosistemas o ecoservicios

El término ecoservicios tiene su origen a comienzos de los años 70 y se ha formalizado desde la ecología, tratando de recoger la idea del valor social de la naturaleza, y tuvo la mayor atención en 1997, en el concepto acuñado por Daily, en su libro *Los servicios de la naturaleza*, donde se identifican las diversas formas de manipulación de los ecosistemas, y cómo pueden afectar su funcionamiento Montes (2007); de igual manera,

hace referencia a aquellas condiciones y procesos, a partir de los cuales los ecosistemas como las especies, mantienen y satisfacen las necesidades de la vida humana, y al ser afectados, pueden amenazar el bienestar de la sociedad (Viota y Maraña, 2010).

El concepto de servicios de los ecosistemas o ecoservicios, definido este como los valores y beneficios que el ser humano recibe de los ecosistemas; da una nueva visión del mundo tal como lo conocemos, ya que la conservación de los ecosistemas va de la mano de los mismos, sin que se pierda el horizonte de la sostenibilidad, conservando los valores y servicios socioecológicos que estos generan (Montes y Lomas, 2009).

El concepto que se aplica en este trabajo viene dado desde una perspectiva antropocéntrica, traduciéndose en el servicio o servicios que los seres humanos toman de los ecosistemas, con los que mantiene de manera directa o indirecta su nivel de calidad de vida; se debe tener en cuenta que la permanencia de los seres humanos en el planeta depende de optimizar el uso de los recursos y una adecuada gestión de los ecosistemas para asegurar su conservación y sostenibilidad, ya que a mayor demanda de servicios disminuye la capacidad de los ecosistemas para satisfacerlas (MEA, 2005).

La forma de expresar la utilidad de la diversidad es mediante el concepto de ecoservicios, donde se presenta la interacción entre el medio físico y las especies (PNUMA, 2010).

Sin embargo, no toda la sociedad tiene conciencia del origen de la mayoría de los servicios que recibe de la naturaleza y no todos se benefician en la misma proporción. El acceso a los servicios puede encontrar limitaciones, en especial para las comunidades de estrato bajo, que mientras las de estrato alto, cuentan con servicios de calidad y en abundancia, la otra no; aspecto que se encuentra enmarcado en las relaciones de poder que limitan la interacción naturaleza sociedad, y regulan su acceso (Felipe-Lucia *et al.*, 2015).

El vocablo ecoservicios ha permeado con mayor fuerza y con un gran potencial, actual y futuro, la conservación de la naturaleza, siendo considerado durante el desarrollo del Programa Científico Internacional promovido por las Naciones Unidas y denominado la

Evaluación de los Ecosistemas del Milenio o EEM (2003); donde se generó otra definición más corta que incorpora el componente social y se expresa como “*los servicios que la sociedad recibe de los ecosistemas*”. Sin embargo, para Montes (2007), el concepto que más se ajusta es el de Díaz *et al.* (2006b), que explica cómo los beneficios que suministran los ecosistemas, hacen que la vida de los humanos sea más llevadera.

3.7.1. Tipos de ecoservicios

Los *ecoservicios* se clasifican en tres áreas según los *Ecosistemas del Milenio*, en Duque y Montes (2011):

Servicios de abastecimiento: corresponden a los bienes que son obtenidos de la estructura del ecosistema, como son los alimentos, el agua dulce, la madera, la energía, materiales inertes con fines de industria y construcción, los recursos genéticos, el espacio para el desarrollo de las actividades y el paisaje; estos son servicios que se obtienen de manera fácil y a los cuales más valor se les da; sin embargo, se han visto disminuidos por la actividad antropogénica.

Servicios de regulación: son los esenciales para soportar el resto de servicios, porque su relación es la más importante para el funcionamiento de los ecosistemas. Proviene de procesos naturales desarrollados por los ecosistemas como son la regulación del clima, la calidad del aire, la depuración del agua, el control de la erosión, la polinización, el control de los gases de efecto invernadero y la regulación del clima. Algunos servicios aún son desconocidos por el ser humano y por lo tanto, su subvaloración es profunda, llegando a presentar incluso, algún valor solo en el momento cuando se pierden (Irwin y Ranganathan, 2008).

El ***servicio cultural:*** corresponde a los beneficios intangibles que ofrecen los ecosistemas como es la recreación, el turismo, los aportes educativos, científicos y la cultura (Ramos, 2015).

Por último, están los **servicios de soporte**: corresponden a ciclos naturales como el de la generación de nutrientes y la formación de los suelos, entre otros (Verdaguer, 2014).

Para poder disponer de estos servicios, es importante conservar los ecosistemas, ya que constituyen un capital natural invaluable por sus innumerables funciones. El estado de estos servicios repercute en la calidad de vida y prosperidad de la sociedad humana, no sólo desde el punto de vista económico, sino desde las interrelaciones con los otros seres, y se reflejan en la salud, las libertades y la seguridad (EEM, 2005).

Con el desarrollo de nuevas técnicas agrícolas, se han visto incrementados algunos tipos de servicios, pero a expensas de la afectación de otros, tal es el caso del incremento en la producción agrícola, con la afectación de los servicios de regulación y de los culturales, Vitousek *et al.* (1997), en Marzluff *et al.*, (2008).

El ser humano ha utilizado el poder de la tecnología para dominar los ecosistemas y no existe ecosistema en la superficie de la Tierra que se encuentre libre de su influencia; los flujos de ecoservicios que llegan a los socio-ecosistemas, liberan residuos contaminantes al medio natural (Häyh y Franzese, 2014).

En el diagrama de la figura 3-5, se puede apreciar cómo el crecimiento de la población del Mundo ha requerido de un incremento en las actividades desarrolladas por el ser humano para garantizar su sobrevivencia, y la forma como aquellas han afectado el medio natural, generando una disminución en los servicios que prestan los ecosistemas.

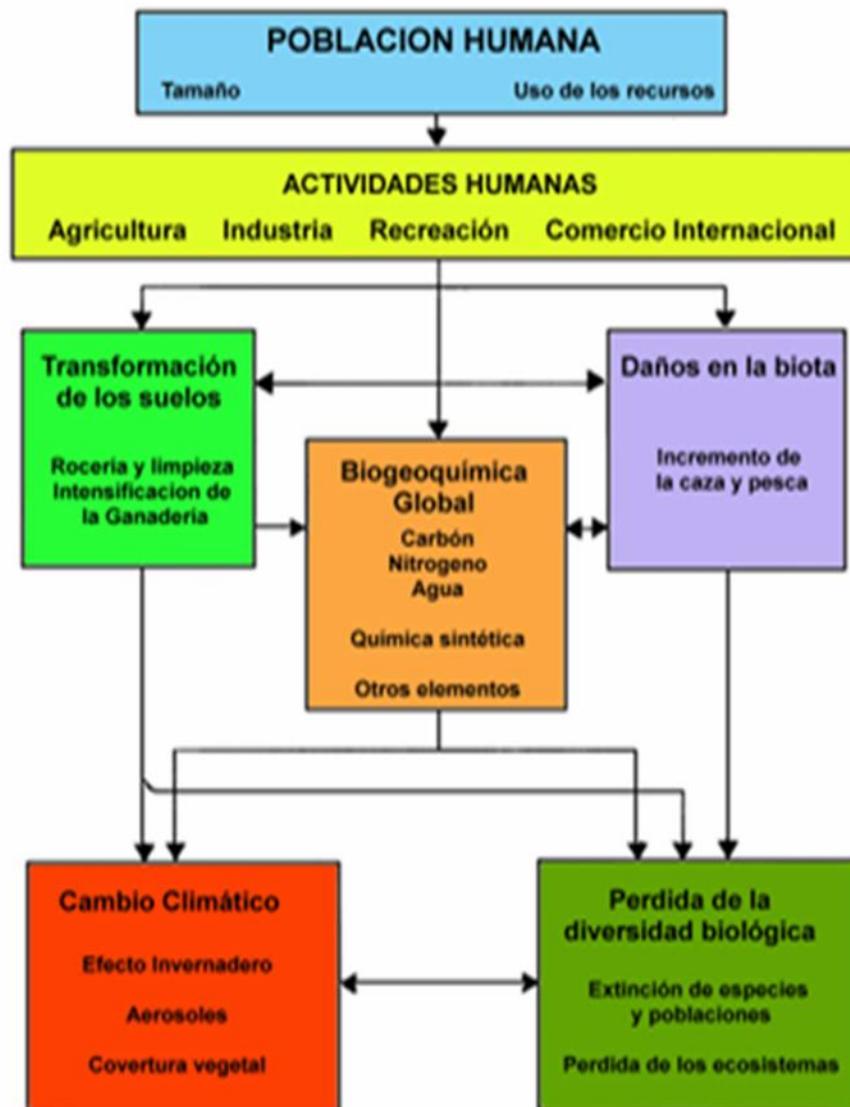


Figura 3-5. Modelo conceptual que ilustra los efectos dañinos que el ser humano viene generando de manera directa e indirecta sobre los ecosistemas Fuente: Vitousek et al., (1997) y modificado por el autor.

El modelo planteado en la figura anterior, representa los efectos negativos de las actividades antropogénicas sobre los diversos ecosistemas, como también los aportes de esta degradación al cambio climático, y la pérdida de biodiversidad. Se ha de tener en cuenta que las actividades antropogénicas mediante la transformación de los usos del suelo ha generado grandes daños a los ecosistemas generando afectación a la biota, modificando la biogeoquímica de estos espacios intervenidos que han llevado a la pérdida de la biodiversidad y haciendo aportes importantes de contaminantes que han contribuido al cambio climático.

Para Carpenter *et al.* (2009), el estudio realizado por EEM en el año 2005, sobre los eco-servicios y su multifuncionalidad en la generación de diversos servicios, evidenció que durante los últimos 50 años, de los 24 servicios asociados a diez sistemas provistos por los ecosistemas, el ser humano utilizó la mayoría de ellos de manera no sostenible, y el incremento en el uso de los mismos, ocasionó un deterioro de aproximadamente un 60% (Santos, 2010).

3.7.2. Función de los ecosistemas: relación con los servicios que prestan

Los ecosistemas desarrollan una serie de funciones que se definen como la capacidad que tienen de proveer servicios que satisfagan a la sociedad, y se clasifican en cuatro categorías: de regulación, sustrato o hábitat, producción e información (De Groot *et al.*, 2002).

Función de regulación: hace referencia a la forma como los ecosistemas regulan los procesos ecológicos esenciales. Por ejemplo: regulación climática, regulación de nutrientes, control ciclo hidrológico, retención de suelos, amortización de perturbaciones, control biológico, polinización, conservación de la biodiversidad. Esta categoría genera los servicios culturales, abastecimiento y regulación (Peña *et al.*, 2014).

Función de sustrato o hábitat: consiste en proveer condiciones espaciales para el mantenimiento de la biodiversidad, siendo el caso del uso del espacio físico para actividades humanas y hábitat para especies. Esta función genera los servicios culturales y de abastecimiento (Criollo y Ulloa, 2015).

Función de producción: es la forma de crear biomasa por parte de los ecosistemas (animal y vegetal), que puede usarse como alimento, abrigo y otros. Esta categoría genera los servicios de abastecimiento.

Función de información: corresponde a la forma como los ecosistemas contribuyen al bienestar del ser humano mediante su conocimiento y experiencia, entre los cuales se

encuentran las relaciones culturales con la naturaleza. Ejemplo: la estética, identidad y didáctica. Estas funciones generan los servicios culturales.

Teniendo en cuenta la clasificación establecida en los *Ecosistemas del Milenio*, referenciados en EEM (2005), citados en Duque y Montes (2011), se estableció que en algunos casos, los ecoservicios han permanecido igual, otros han presentado mejora y otros han disminuido o dejado de generarse.

Los ecoservicios han sido modificados de forma rápida extrema por el ser humano durante los últimos 60 años, apoyados por el desarrollo tecnológico que ha facilitado su intervención sobre los ecosistemas, con el fin de sostener un estilo de vida consumista, con efectos nefastos e irreversibles sobre la diversidad biológica. Los resultados de esta intervención se hacen manifiestos sobre la calidad de vida de la sociedad; el aumento en el bienestar y el crecimiento de las economías de las regiones son el reflejo de esta bonanza, dejando en el lado opuesto el alto costo que ha tenido que pagar el sistema natural (Montes y Lomas, 2009).

La capacidad de revertir estos efectos negativos y frenar la tendencia futura de la degradación de los ecosistemas podría tener solución, siempre y cuando se cuente con la participación de todos los actores, buscando mejorar la cantidad y calidad de los ecoservicios.

Los servicios de los ecosistemas se clasifican en cuatro grandes tipos, entre los que están, el servicio de *abastecimiento*, el de *regulación*, el *cultural* y el de *soporte*, según se muestra en la tabla 3-1.

Hay servicios que presentan relaciones dinámicas donde el aumento de uno de estos significa el aumento de otros; de igual manera hay servicios que en su relación varían de forma negativa cuando el requerimiento de alguno de estos genera el detrimento de otro; así mismo hay servicios que no sufren modificaciones y no presentan variaciones lo que los hace permanecer igual ante las demandas de otros (Martin-López *et al.*, 2012).

Tabla 3-1 Servicios de los ecosistemas y su dinámica de variación
 Fuente: Martín-López y Montes (2011).

<i>SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO</i>		<i>ESTADO</i>
Alimentos	<i>Cultivos</i>	+/-
	<i>Ganadería</i>	↓
	<i>Pesca</i>	↓
	<i>Alimentos silvestres</i>	↓
Fibras	<i>Madera</i>	↓
	<i>Leña</i>	↓
Materiales inertes (arenas y gravas)		+/-
Acervo genético		↓
Paisaje		↑
Agua dulce		+/-
<i>SERVICIOS DE REGULACIÓN</i>		
Regulación de la calidad del aire (control de GEI)		↑
Regulación del clima – regional y local		+/-
Regulación del agua		+/-
Purificación del agua y tratamiento de aguas de desecho		↓
Regulación de vectores		↑
Polinización		+/-
Fertilidad del suelo		+/-
Control biológico		↓
Purificación del aire		↓
<i>SERVICIOS CULTURALES</i>		
Aportes educativos y científicos		↑
Valores estéticos		↓
Recreación y ecoturismo		↓
<i>SERVICIOS DE SOPORTE</i>		
Generación de nutrientes		↑
Formación de suelos		↑
Simbología: +/- más o menos igual; ↓ disminuyó; ↑ aumentó		

En lo referente a los *servicios de abastecimiento* se hace referencia a aquellos que se obtienen de manera directa de la estructura de un ecosistema, ya sea del componente biótico o del suelo, como el caso del agua o los alimentos; los *servicios de regulación* por su parte son producidos por la dinámica del ecosistema y se obtienen de forma indirecta, como es el caso de la calidad del agua, el control de vectores, la fertilidad de

los suelos entre otros; en el caso de los *servicios culturales*, son beneficios intangibles que se obtienen mediante las vivencias, como los conocimientos educativos, los valores estéticos, la recreación y el turismo; por último los *servicios de soporte*, corresponden a procesos naturales que se enmascaran tras la dinámica del ecosistema para mantener los otros servicios como es el caso de los nutrientes y el proceso de formación de los suelos.

De igual manera la lista de servicios que prestan los ecosistemas es bastante larga, donde cada uno de estos presenta una serie de funciones conformadas por diversos componentes y procesos que derivan en indicadores de bienes y servicios. En el caso de Gómez y De Groot (2007), estos presentan para cinco servicios una relación de 30 funciones con sus respectivos componentes e indicadores de servicio relacionados con ejemplos, como se aprecia en la tabla 3-2.

Tabla 3-2. Tipos de servicios de los ecosistemas con los indicadores de servicio evidenciados Fuente: Gómez y De Groot (2007)

<i>Servicio de Regulación</i>		
<i>Función</i>	<i>Componentes y procesos</i>	<i>Indicador de servicio</i>
Regulación atmosférica	Mantenimiento de los ciclos biogeoquímicos (equilibrio CO ₂ /O ₂ capa de ozono, etc.)	Protección del ozono frente a los rayos UVA y prevención de enfermedades. Mantenimiento de la calidad del aire. Influencia del clima
Regulación climática	Influencia sobre el clima ejercida por coberturas de suelo y procesos biológicos (ej. producción dimetilsulfato)	Mantenimiento de un clima adecuado (temperatura, precipitaciones) para la salud, la agricultura, etc.
Amortiguación de perturbaciones	Influencia de las estructuras ecológicas en la amortiguación de perturbaciones naturales.	Protección frente a tormentas (ej. arrecifes de coral) o inundaciones (ej. bosques y marismas).
Regulación hídrica	Papel de la cobertura del suelo en la regulación de la escorrentía mediante las cuencas de drenaje.	Drenaje e irrigación natural.
Disponibilidad hídrica	Percolación, filtrado y retención de agua dulce (ej. acuíferos)	Disponibilidad de agua para consumo (bebida, riego, industria).
Sujeción del suelo	Papel de raíces y fauna edáfica en la retención de suelo.	Mantenimiento de zonas roturadas. Prevención de la erosión. Control del balance sedimentario
Formación del suelo	Meteorización de la roca madre y acumulación de materia orgánica.	Mantenimiento de la productividad natural de los suelos.
Regulación de nutrientes	Papel de la biodiversidad en el almacenamiento y reciclado de nutrientes (ej. N, P y S).	Mantenimiento de la salud del suelo y de los ecosistemas productivos.
Procesado de residuos	Papel de la vegetación y la fauna en la eliminación y procesado de nutrientes y contaminantes orgánicos.	Detoxificación y control de la contaminación. Filtrado de aerosoles (calidad del aire). Atenuación de la contaminación acústica.
Polinización	Papel de la fauna en la dispersión de gametos florales.	Polinización de especies silvestres. Polinización de cultivos y plantaciones
Control biológico	Control de poblaciones mediante relaciones tróficas dinámicas.	Control de pestes, plagas y enfermedades. Reducción de la herbivoría (control de daños a cultivos).

<i>Servicio de Hábitat</i>		
<i>Función</i>	<i>Componentes y procesos</i>	<i>Indicador de servicio</i>
Función de refugio	Provisión de espacios habitables a la fauna y flora silvestres.	Mantenimiento de la biodiversidad (y por tanto de la base de la mayoría de funciones). Mantenimiento de especies de explotación comercial
Criadero	Hábitats adecuados para la reproducción.	

<i>Servicio de Producción</i>		
<i>Función</i>	<i>Componentes y procesos</i>	<i>Indicador de servicio</i>
Comida	Conversión de energía solar en animales y plantas comestibles	Caza, recolección, pesca. Acuicultura y agricultura.
Materias primas	Conversión de energía solar en biomasa para la construcción y otros usos.	Material para construcciones y manufacturas. Combustibles y energía. Piensos y fertilizantes naturales.
Recursos genéticos	Material genético y evolución en animales y plantas silvestres.	Mejora de los cultivos frente a plagas y agentes patógenos. Otras aplicaciones (ej. salud).
Recursos medicinales	Sustancias bio-geoquímicas.	Medicinas y otras drogas. Modelo y herramientas químicas.
Elementos decorativos	Especies y ecosistemas con usos decorativos potenciales.	Materias para artesanía, joyería, adoración, decoración, pieles, etc.

<i>Servicio de Información</i>		
<i>Función</i>	<i>Componentes y procesos</i>	<i>Indicador de servicio</i>
Información estética	Oportunidades para el desarrollo cognitivo, características estéticas de los paisajes.	Disfrute paisajístico
Función recreativa	Variedad de paisajes con uso recreativo potencial.	Ecoturismo
Información cultural	Variedad de características naturales con valor artístico.	Expresión de la naturaleza en libros, películas, folclore, arquitectura, ...
Información histórica	Variedad de características naturales con valor histórico y espiritual.	Uso de la naturaleza con fines históricos o culturales (herencia cultural y memoria acumulada en los ecosistemas).
Ciencia y educación	Variedad de características naturales con valor científico y educativo.	Naturaleza como lugar para la educación ambiental. Usos con fines científicos.

La tabla anterior muestra las funciones desarrolladas por cada una de los servicios de los ecosistemas, evidenciando en cada una de estas los componentes y procesos que intervienen, como también presenta una serie de indicadores que permiten poder medir el servicios que presta cada uno de estos a partir de las condiciones del ecosistema, aspecto que permite establecer el estado del ecosistema.

3.8. Consideraciones

El ecosistema emergente pese a contar con diversos grados de resiliencia ecológica, solo cuentan con un proceso de recuperación lento típico de los sistemas naturales. Al igual el sistema social también cuenta con diferentes grados de resiliencia; sin embargo para

que se dé un acoplamiento estos sistemas resilientes deben interactuar; para el caso particular de los rellenos sanitarios esta interacción entre los sistemas ecológico y social se presenta en el momento de la clausura. El momento ideal del ecosistema emergente se presentara cuando se activa la capacidad de producción de flujos que aunque no será igual a los de su estado primigenio, con la intervención dirigida se podrían mejorar algunos de estos flujos, direccionándolos acorde a las necesidades de las comunidades circundantes, en la obtención de ecoservicios que eleven su calidad de vida.

Llegar a una restauración en un ecosistema emergente como el relleno sanitario Doña Juana, requiere de un soporte paradigmático entre la sociedad y la naturaleza ya que su viabilidad podría ser poca sin una direccionalidad asistida. En este caso y teniendo los objetivos de la restauración se ve en la rehabilitación la herramienta más acorde para la recuperación de este ecosistema degradado teniendo en cuenta que nunca se lograría llegar a las condiciones que presentaba este ecosistema inicialmente pero con el fin de recuperar tanto su productividad como la generación de nuevos servicios.

En cuanto a la definición propuesta de restauración en este trabajo, no difiere con la presentada por otros autores como Murcia (2014); donde la expuesta por el autor busca resaltar la capacidad adaptativa de los ecosistemas, tendiendo a mantener la estructura de este durante las etapas de recuperación, sin importar el tamaño del mismo y aportando como estrategia fundamental la participación del sistema social como coparticipe del proceso de sucesión.

Una forma de lograr la restauración adecuada, es la posición propuesta en este trabajo y también asume Sellberg et al. (2015); donde se propone la incorporación de todos los actores (el relleno sanitario, la comunidad afectada y la autoridad local), en este proceso después del cierre, puesto que la responsabilidad no puede ser de uno solo, debido a que la complejidad de los ecosistemas requieren de la inclusión de los actores e invitar a las ciencias como soporte de conocimiento para disminuir la incertidumbre y sorpresa, ayudando al ecosistema, como dice Barnett et al. (2015), para aprender de las crisis, dándose la oportunidad de un nuevo desarrollo.

La existencia de factores activadores de la emergencia del ecosistema permite su direccionamiento a partir de los flujos de producción que conllevan a la formación del paisaje teniendo en cuenta la intervención de la dinámica social y en especial de las

estructuras de gobierno. La inclusión de las ciencias contribuiría a hilar los flujos de producción con los otros tres elementos, lo que favorecería el surgimiento de la resiliencia como un proceso de reorganización para asimilar nuevas perturbaciones, satisfacer necesidades y originar algunos servicios que con anterioridad no se prestaban. Lo ideal sería que la dinámica de todos los aspectos y la contribución de las ciencias, se orienten a un mismo fin, consolidando los esfuerzos para coparticipar en pro de la formación de un nuevo ecosistema, y contribuyendo a su direccionalidad.

Con el aporte de las ciencias se proporcionaría el conocimiento para entender la dinámica de estos nuevos ecosistemas, permitiendo su conexión, relación e intercambio con los ya existentes; aspecto que promovería su recuperación natural en la búsqueda de un nuevo equilibrio, pero diferente al que presentaba en sus estados iniciales o primigenios. La necesidad de conocer y la posibilidad de predecir, llevaría al sistema social a plantear nuevas formas de concebir la restauración como medida de compensar su actividad perturbadora, producto de su intervención sobre los ecosistemas.

En el caso del relleno sanitario Doña Juana, reconocido como una solución a un problema socioambiental, se retoma su condición de agente perturbador e indeseable para la comunidad, partiendo de si cercanía al espacio urbano como a las condiciones de ambientales presentes en el área; requiriendo de nuevos abordajes desde las ciencias, que den robustez a los direccionamientos y gestión de la zona de estudio que se describe a continuación en el siguiente capítulo.



Capítulo 4

La zona de estudio: El relleno sanitario Doña Juana

Análisis de la dinámica sobre la gestión del RELLENO SANITARIO DE DOÑA JUANA (Bogotá, Colombia), como factor de perturbación: Una aproximación conceptual desde los sistemas ecológicos emergentes y la resiliencia

4. La zona de estudio: el relleno sanitario Doña Juana

Este capítulo busca contextualizar al lector en la zona de estudio, brindándole elementos básicos que le permitan ampliar sus comprensiones, proporcionándole la oportunidad de visualizar de forma clara y objetiva las realidades que impactan al socioecosistema debido a la dinámica relacional que se da entre los actores, más aún, después de experimentar una perturbación como la generada por el accidente del 27 de septiembre de 1997.

4.1. Contextualización de la zona de estudio

La condición espacial del área de estudio y su influencia sobre la dinámica ecosistémica a partir de las actividades locales, permitieron establecer los elementos de afectación generados por la relación socioecológica presente, teniendo en cuenta las características propias del RYS y los factores históricos que han contribuido para generar cambios en la dinámica de la población que reside en el área cercana al mismo, haciendo énfasis en el vertido del 27 de septiembre de 1997, cuando se produjo el volcamiento de un gran volumen de RESU sobre el cauce del río Tunjuelo, y ocasionó una emergencia ambiental de gran proporción. De igual manera, se hizo una aproximación a la caracterización geográfica de la zona, con el fin de identificar sus límites ecológicos y dar una visión de los ecoservicios que se prestan a la comunidad.

La problemática evidenciada transgrede el ámbito local a uno regional, lo cual se debe a la incidencia que tiene la gestión desarrollada en el RYSDJ y de los residuos o productos generados por estas actividades sobre el cambio climático, como es el caso de

la generación de gases de efecto invernadero GEI, que para los RYS, la fermentación y descomposición de los RESU se manifiesta en la producción de biogás que está en función de una serie de factores relacionados con la antigüedad de los residuos, el contenido de humedad, las características físicas, la presencia de sustancias inhibidoras para la descomposición, la temperatura interna de la masa y su grado de compactación (Pinzón, 2010). Se debe tener en cuenta que la eficiencia máxima de los sistemas de captación de gases en los RYS, según Gómez (2008), puede llegar hasta un 85% y depende de factores como la morfología del terreno, las características de la operación de sellado de las celdas, la distribución y tipo de sistema de captación, la posible existencia de áreas en “cortocircuito” o no cubiertas en el sistema de captación, y la dinámica de circulación del gas al interior del relleno.

La degradación del área de estudio se dio de forma paulatina, siendo en sus inicios parte del ecosistema de bosque alto andino que contenía un antiguo corredor ecológico (figura 4-1); que se vio afectado en su primera etapa, por acción la antropogénica para establecer mediante procesos de tala y quema, cultivos agrícolas y el desarrollo de una ganadería extensiva (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2010).

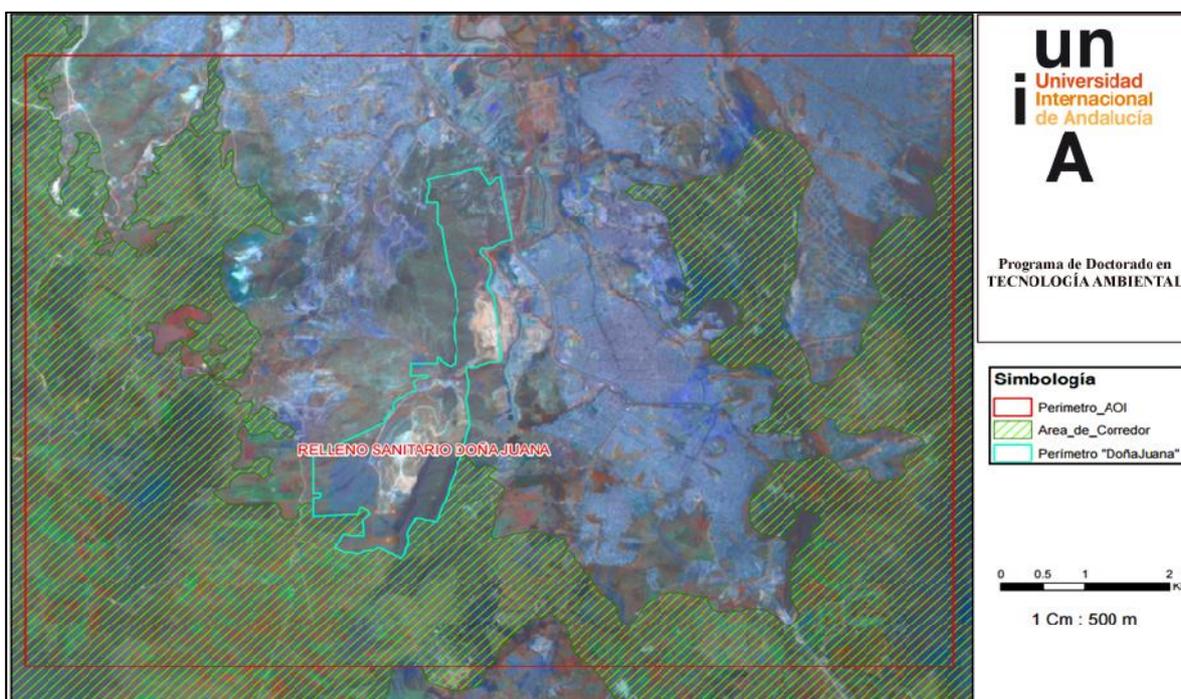


Figura 4-1. Plano que muestra la localización del relleno sanitario Doña Juana respecto al antiguo corredor ecológico, hoy degradado. Fuente: Sanabria y Pinzón (2015).

En una segunda etapa, el desarrollo de asentamientos generados por factores sociales como el desplazamiento y la pobreza, llevaron a desencadenar flujos de movilidad hacia la región que soportados en las necesidades y falta de servicios básicos, ocasionó la toma y degradación de los ecosistemas cercanos. En una tercera etapa, aparece el relleno sanitario Doña Juana como un factor de alteración social, que durante su operación buscaba solucionar otro problema como eran los residuos sólidos de la ciudad de Bogotá y la búsqueda en segundo plano, del mejoramiento paisajístico del sector que hasta ese momento, presentaba un alto deterioro por la acción del ganado y los procesos erosivos. Las acciones enunciadas llevaron a una degradación en las condiciones naturales del ecosistema, que desencadenaron la pérdida en las características de los suelos y en especial, de la capa orgánica. Pese a lo anterior, aún se conservan pequeños relictos de vegetación nativa (imagen 4-1).



Imagen 4-1. Relicto de bosque nativo presente en sectores del área de estudio.
Fuente: el autor

El área de estudio como ecosistema primitivo, se vio afectada a mediados de los años 50 con el desarrollo de una ganadería extensiva que requirió de la toma agresiva de aquel, llevándolo a la tala del bosque y por consiguiente, la degradación paulatina que

acompañada de la acción de los procesos erosivos, género el deterioro del ecosistema (figura 4-2).

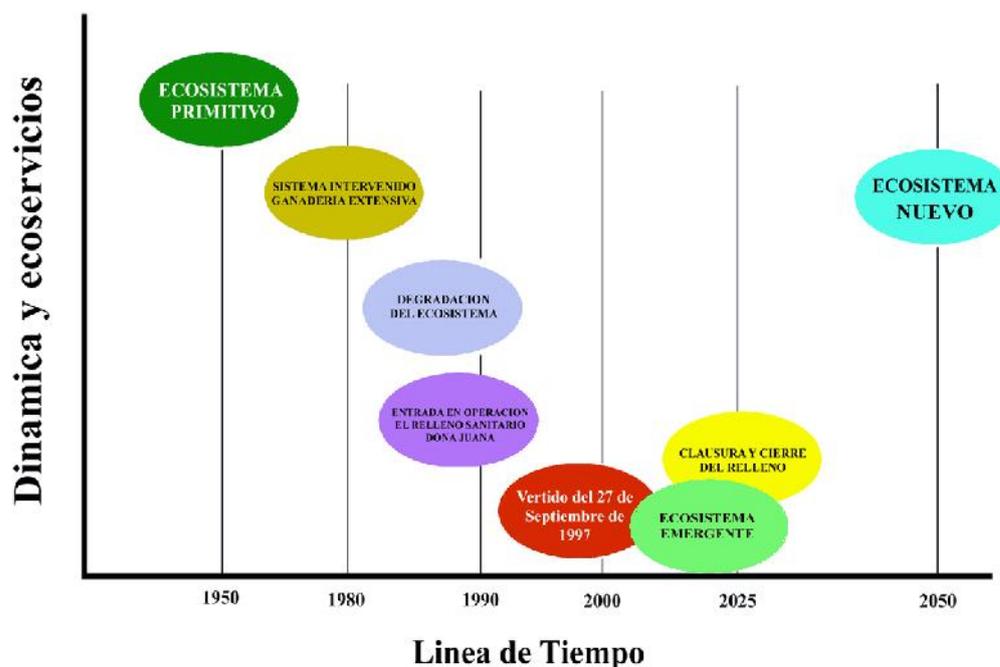


Figura 4-2. Dinámica de surgimiento de un ecosistema emergente a partir de la operación del relleno sanitario, caso Doña Juana. Fuente el autor. Fuente: el autor

De la figura anterior, se puede evidenciar que bajo las condiciones de deterioro que presentaba el área, previo análisis de estudio, se escogió esta área para adelantar el proyecto del relleno sanitario Doña Juana que entró en operación en 1988. El 27 de septiembre de 1997, se presentó una catástrofe ambiental con el vertido de cerca de 1'000.000 de toneladas de residuos. Superada esta etapa, se continuó con la operación, pero bajo estrictas medidas de control, lo cual llevó a implementar planes de manejo para proteger su estructura con la siembra de especies de gramíneas en la capa superior del sello, y desarrollar una fase inicial de sucesión secundaria que con el tiempo, lleve al desarrollo de un ecosistema emergente.

4.1.1. Localización

El relleno Sanitario de Doña Juana (RYS DJ), opera en la Localidad 19 de Ciudad Bolívar, situada al sur-occidente de la ciudad de Bogotá, exactamente en el Barrio

Monte Blanco al oriente de la localidad, como lo muestra la figura 4-3. Limita al **norte** con la localidad de Bosa por medio de la avenida del ferrocarril y la avenida del sur; al **sur** con las localidades de Sumapaz y Usme, sirviendo de lindero el cauce del río Chisacá; al **oriente** con las localidades de Tunjuelito y Usme, sirviendo de límite el río Tunjuelo; y al **occidente** con los municipios de Soacha y Sibaté. La imagen 4-2, muestra su localización espacial (SDP 2011, 2011b). La localidad tiene un área total de 12.998,46 ha, de las cuales 3.237,87 son del área urbana y 9.760,59 del área rural (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2007).

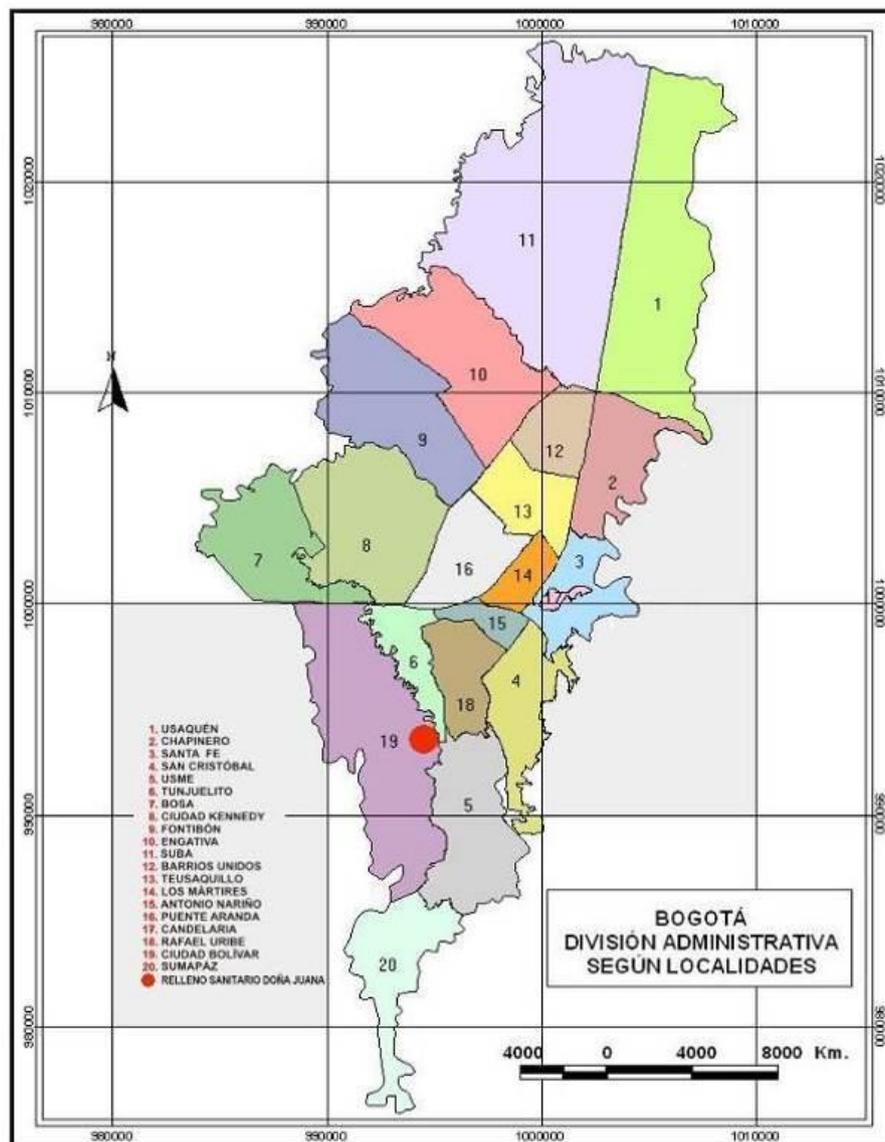


Figura 4-3. Localización geográfica del área de estudio – Localidad 19 de Ciudad Bolívar.

Fuente: SDP (2011)

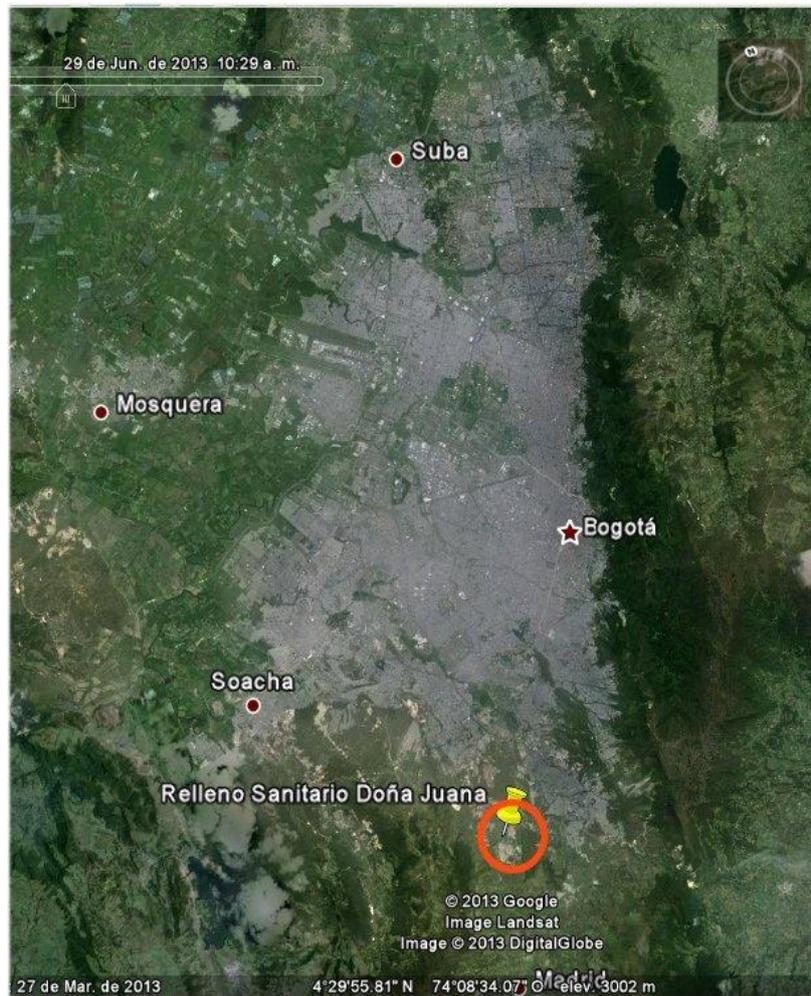


Imagen 4-2. Localización espacial en el Distrito Capital, del Relleno Sanitario de Doña Juana (RYSDJ).
Fuente: Google Earth 2014

4.1.2. Caracterización biofísica

El RYSDJ se encuentra localizado en el sur oriente de la estructura ecológica principal (EEP), de la Sabana, en la zona de transición de los ecosistemas naturales de sabana y páramo, que sirvió como corredor de conexión entre los mismos. Por su extensión, permitió el sostenimiento y movilidad de las especies, así como el suministro de ecoservicios para satisfacer sus necesidades básicas. Acorde con las zonas de vida de Holdridge (1963), en Naizaque (2014), el área se encuentra localizada en una zona de vida del tipo bosque húmedo montano (*bh-M*), con valores de precipitación de 500 a 1.000 mm al año, y en transición a bosque muy húmedo montano (*bmh-M*).

Los factores de temperatura, humedad y vientos son los que determinan básicamente el clima cuyas características dominantes son: frío y seco en la zona urbana y más húmedo en la zona rural; con una temperatura promedio de 12,8°C (SDP, 2011b). El clima frío de montaña se debe a la altitud y ubicación geográfica, como se muestra en la figura 4-4, principalmente afectado por la nubosidad; las temporadas más lluviosas del año son entre marzo a mayo y entre octubre a diciembre, y alcanzan los 203 mm/mes, con valores entre 1.000 y 1.150 mm/año. En contraste, las temporadas más secas del año se presentan entre diciembre a febrero y entre junio a septiembre (figura 4-5), en las cuales durante la noche y la madrugada se presentan fuertes heladas, con temperaturas que suelen descender por debajo de los cero grados, mientras que en el día, se llega a tener temperaturas de hasta 40°C (IDEAM, 2011).

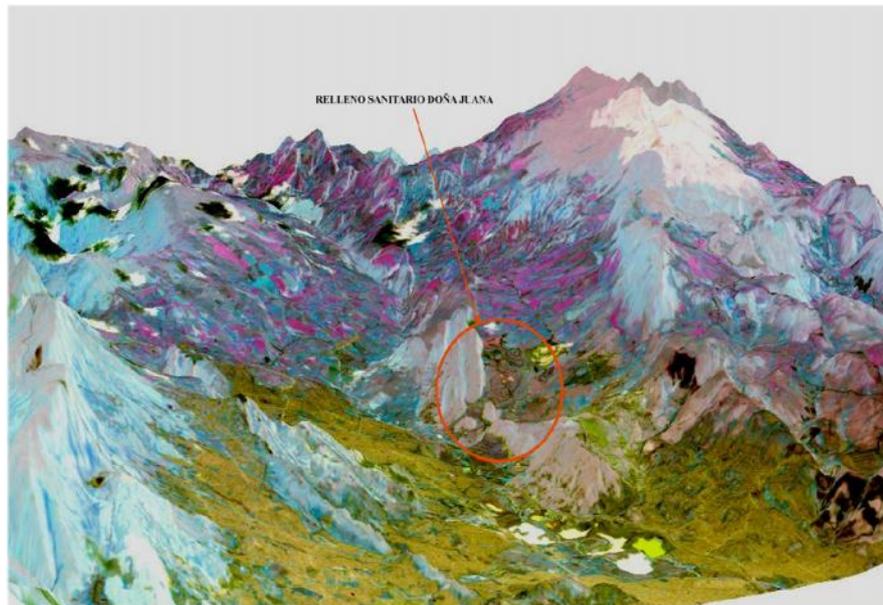


Figura 4-4. MDT que representa la localización altitudinal del relleno de Doña Juana.
Fuente: Rodríguez (2011).

Para Luteyn (1999), en Garzón (2014) , factores como: las fluctuaciones extremas en los rangos de temperatura; la poca humedad relativa en el aire; la poca presión parcial de los gases; la intensa radiación ultravioleta; cambios rápidos en incidencia de luz solar; y alta acidez y alta presión osmótica del suelo, dificultan que las plantas absorban agua

por las raíces, condiciones meteorológicas que se hacen más inclementes al aumentar la altitud. La regularidad de estas condiciones son muy variables debido a los fenómenos de El Niño y La Niña, que se presentan en la Cuenca del Pacífico, produciendo cambios climáticos muy fuertes en el área (Pinzón y Sotelo, 2011).

La estación meteorológica ubicada al interior del Relleno (Código 2120630), registró para el año 2014, un incremento en el nivel de precipitaciones que alcanzó los 1.149 mm/año, con temperaturas mínimas que oscilan entre los 5° C y 11° C y temperaturas máximas entre los 11° C y los 19,1° C; siendo julio el mes más frío y abril el más cálido y lluvioso (IDEAM, 2014).

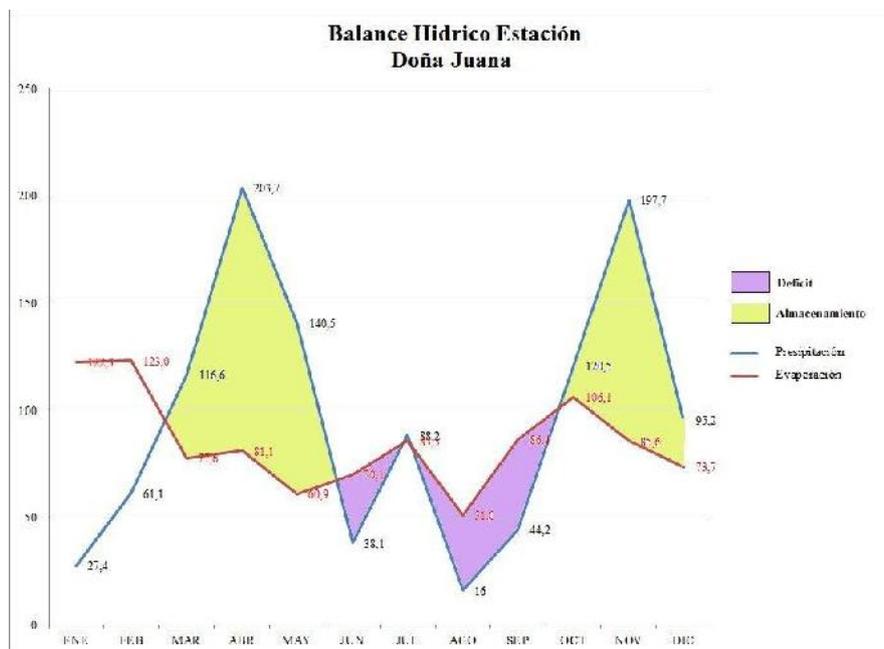


Figura 4-5. Gráfico correspondiente al Balance hídrico presentando en el RYSDJ durante el año 2014.
Fuente: el autor.

En lo referente al balance hídrico en la zona, durante el periodo mensual de 2014, la zona del Relleno presentó un almacenamiento o exceso en la mayoría del año, especialmente entre los meses de febrero a junio y de octubre a diciembre, cuando la precipitación fue mayor que la evaporación; mientras que en los meses de junio a octubre, se presentó un periodo de déficit porque los niveles de evaporación estuvieron por encima de los de precipitación.

Los vientos presentes en el área, según los datos obtenidos de la estación localizada en el relleno, se puede evidenciar que predominan los vientos provenientes del suroeste durante gran parte del año, y le sigue en importancia pero con menor frecuencia, los provenientes del noroeste y el noreste, principalmente durante los meses de marzo y noviembre.

La topografía en la localidad, está compuesta por una combinación de espacios planos a suavemente ondulados hacia el sector norte de la localidad, mientras que presenta un área inclinada a muy inclinada, hacia el sector de los cerros en el oriente, lugar donde se encuentran ubicados el RYSDJ y los barrios Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo (SDP, 2011b).

En cuanto a la geología de la zona, se caracteriza por la presencia de rocas sedimentarias cuyas edades van desde el Cretácico, según estudios realizados por la Universidad Jorge Tadeo Lozano (UJTL, 2008), con manifestaciones en los cerros del suroccidente de la Sabana y el Terciario compuesto por dos niveles con alternancias de areniscas y arcillolitas, con manifestaciones correspondientes a areniscas de las formaciones Cacho, Bogotá, Regadera y Guaduas, que afloran en los sectores de San Joaquín y el Mochuelo, conformando los flancos de la estructura regional del sinclinal de Usme, cuyo eje se desplaza de sur a norte por la margen derecha del río Tunjuelo, y se caracteriza en algunos sectores, por espesos depósitos sedimentarios y fluvio-lacustres de derrubio, no consolidados, del cuaternario reciente, sobre la zona de transición con el corredor del páramo de Sumapaz, constituido por cadenas plegadas de material sedimentario y volcánico, conformado por un modelado de erosión diferencial inmerso en un modelado glacial y periglacial (IGAC, 2013).

Para Helmes & Van der Hammen (1995), la zona está constituida por gravas intercaladas de arenas, arcillas y turbas que están cubiertas por sedimentos de la Formación Chía. Además, conos de derrubio que están conformados por fragmentos de roca disgregada por alteración y fracturación de arenisca perteneciente a la Formación Guadalupe y localizados entre los cambios de pendiente y al pie de los taludes. En cuanto a los coluviones de depósito fragmentados de tamaño variable, se encuentran

inmersos en una matriz limo-arcillosa mal organizada y con algo de suelos desarrollados.

El Instituto Geológico y Minero de Colombia (INGEOMINAS), estableció desde el punto de vista tectónico, que la Sabana de Bogotá está dividida en tres grandes bloques:

Bloque Oriental levantado (Anticlinal de Bogotá, Cerros Surorientales, limitado con el flanco oriental del sinclinal de Usme por la falla de Bogotá).

Bloque Central hundido (sinclinal de Usme Tunjuelo, limitado al oriente por la falla de Bogotá y al occidente por la falla de Mochuelo).

Bloque Occidental levantado (anticlinal de Cheba, Quiba), limitado al oriente por la falla de Mochuelo y al occidente por el valle y falla del río Soacha). Se puede afirmar que en el área de estudio se desarrollan con mayor densidad, pliegues sinclinales amplios y anticlinales estrechos, con frecuentes inversiones de sus flancos que por lo general, están asociados con fallas de cabalgamiento (falla de Mochuelo).

Respecto de su *geomorfología*, el área está insertada en una antigua estructura anticlinal, tectónicamente fragmentada por la acción de las fallas de Cajitas y Santa Bárbara que generan una segmentación del eje del pliegue. La dinámica de la falla ha forjado otros pliegues sinclinales y anticlinales de poca importancia, desarrollados sobre la estructura anticlinal regional del Mochuelo, donde se evidencia la conformación de una morfología abrupta, modelada por la acción erosiva del agua sobre suelos denudados que forman cárcavas sobre la estructura rocosa inestable e influenciadas por procesos de reptación, flujos de lodos, sedimentación y socavación lateral, debido a la infiltración y malos manejos de las aguas residuales (Montoya y Reyes, 2005; Julivert, 2014). Esta área fue caracterizada por el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá (FOPAE), como una zona de alto riesgo por remoción en masa, según Hernández *et al.* (2011), característico del movimiento repentino y desprendimiento de materiales por acción de la gravedad.

La cuenca del río Tunjuelo recibe las aguas de varias quebradas, cañadas y zanjas; tiene un área aproximada de 39.000 ha, y su punto más alto o cabecera se encuentra en el Páramo de Sumapaz. Su dinámica hídrica la conforman seis microcuencas, entre las cuales están la microcuenca de la Quebrada el Mochuelo, la Quebrada Aguas Claras, la Quebrada Puente Tierra, la Quebrada El Campanario y la Quebrada el Botello, siendo esta última la de mayor importancia (Arriero y Sánchez, 2008; Zafra, 2015).

Desde el punto de vista hidrológico, el principal recurso hídrico presente en la área de estudio es el río Tunjuelo que nace en el páramo de Sumapaz y recibe la afluencia de las quebradas la Limas, la Trompeta, la Estrella y el Infierno (IDEAM, 2013). La cuenca de este río forma parte del sistema hidrográfico del río Bogotá, corriente principal en la cual desemboca. El nacimiento del río Tunjuelo se da en la laguna de los Tunjos o Chisacá, tiene una longitud de 53 km, un descenso de 1.340 m y un área afluyente de 36.280 ha. Abarca las localidades de Tunjuelito, Usme, Ciudad Bolívar, Bosa y Sumapaz (EAAB, 2012), y se divide en tres partes:

La *parte alta* corresponde a un ecosistema de páramo, caracterizado por una pendiente escarpada y alta capacidad de almacenamiento de agua. Está comprendida entre la laguna de los Tunjos y el embalse de la Regadera (IDEAM y FOPAE, 2006). En esta laguna, nacen los ríos Chisacá y el Mugroso que al confluir, pendiente abajo, dan origen al río Tunjuelo.

En la *parte media*, correspondiente a ecosistema de sub-páramo, presenta características rurales muy ricas en biodiversidad y en agua; enmarcadas en un área protegida que va desde el embalse de la Regadera hasta un área denominada zona de canteras. En medio de esta área, se encuentran localizados tanto el RYSDJ, con una extensión aproximada de 592 ha, como los parques minero industriales del Tunjuelo, el Mochuelo y el de Usme (Arriero y Sánchez, 2008). Esta parte media está conformada por las microcuencas de las quebradas el Mochuelo, Puente Tierra, Aguas Claras, Puente Blanco, El Campanario y el Botello, siendo esta última la de mayor importancia.

La quebrada el Botello nace en un sector al interior de los predios del RYSDJ; su cauce tiene características muy definidas, está canalizado y desviado en el sector denominado

Zona VII; y presenta un drenaje continuo durante todo el año hasta entregar sus aguas a la quebrada Yerbabuena que es afluente del río.

Por su parte, la quebrada Puente Tierra nace en el sector alto de los cerros el Quiba o, también llamado en el Plan de Ordenamiento, el Encenillar de Mochuelo, y atraviesa el relleno por el sector denominado Zona VIII, con un cauce no definido y de poco caudal (Arriero y Sánchez, 2008).

La *parte baja* de la cuenca está ocupada por una expansión del área urbana que va desde la zona de canteras hasta la desembocadura del río Tunjuelo en el río Bogotá, con una alta tendencia a procesos de conurbación. Esta interface urbano-rural genera una dinámica entre sistemas socioambientales donde se presentan diversos tipos de tensión, y los flujos de energía son heterogéneos (Allen, 2003; Duke, 2005; K le, 2014; y Bain, 2014).

De muchas fuentes se ha entendido que el *paisaje natural* es aquel que no ha sido modificado por la acción antropogénica, mientras que el que haya sido, se define como *paisaje humanizado*, para diferenciarlo del primero. Sin embargo y con el tiempo, el ser humano ha incorporado diferentes elementos en el paisaje, para mejorar sus condiciones, haciendo de él, un conjunto de formas que varían con el tiempo, sin perder su función (Trinca, 2006). El reconocimiento del paisaje en cada territorio, se manifiesta en la dinámica y formas que generan sensibilidad en las comunidades, sobre el entorno común a ellas y que son parte fundamental de su calidad de vida (Mata y Tarroja, 2006; Gauchere *et al.*, 2014).

El paisaje de la zona de estudio corresponde a uno de montaña altamente humanizado, formado por pendientes onduladas que van de suaves 12%, hasta abruptas 45%, con presencia de pastos y arbustos, característica de la cordillera oriental, en zonas donde la actividad antropogénica ha sido muy fuerte, en especial cuando el bosque nativo ha sido eliminados en su mayoría, para dar paso a una ganadería extensiva y con ella, a la degradación paulatina de los suelos y por lo tanto, del paisaje. El relleno sanitario presenta una conexión geográfica con la Localidad de Ciudad Bolívar al oriente; la estructura montañosa del Sur por su potencial hídrico, al occidente con el cerro Doña

Juana y el municipio de Soacha; con un alto índice de crecimiento de población y el incremento de proyectos de explotación de materiales para la construcción, que ejerce un constante proceso de conurbación sobre el sector.

Los conflictos sociales derivados del crecimiento acelerado de la ciudad, se han visto reflejados en una degradación del medio natural (Arriero y Sánchez 2008; Calvachi, 2010). El adecuado manejo y gestión del RSDJ es la manera más fácil de invitar a la comunidad a visibilizar el sistema de rellenos como el medio más indicado para el manejo de RESU; y en la actualidad, es la técnica más utilizada para eliminar desechos y probablemente, la que continúe siendo la principal opción a mediano plazo.

La clasificación de los suelos es un factor utilizado por el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), con el fin de dividir el territorio sobre el cual se va a planificar o aplicar el ordenamiento. En la tabla 4-1, se muestran las tres clases de suelo que se han identificado en Bogotá según su uso, lo cual permite delimitar el área del RYSDJ como suelo rural (SDP, 2011).

<i>Tabla 4-1. Clasificación del suelo en Bogotá. Fuente: Plan de Ordenamiento territorial 2014.</i>	
<i>Clasificación</i>	<i>Descripción</i>
Suelo urbano	Se conforma por áreas destinadas al uso urbano, dotadas de infraestructura vial y redes de servicios públicos domiciliarios, que permiten su urbanización y edificación
Suelo de expansión urbana	Corresponde a territorios que podrían ser habilitados para uso urbano, mediante planes de desarrollo parcial, durante la vigencia del Plan de Ordenamiento Territorial POT
Suelo rural	Se compone de espacios y terrenos no aptos para el desarrollo urbano, debido a estar dedicados al uso agrícola, forestal y de explotación de recursos naturales, entre otros.

Los suelos muestran gran variedad de aspectos, fertilidad y características químicas en función de los compuestos minerales y orgánicos que los forman. El color es uno de los criterios más simples para calificar sus variedades. La regla general, aunque con excepciones, es que los oscuros son más fértiles que los claros. La oscuridad suele ser el

resultado de la presencia de grandes cantidades de humus. Sin embargo, en algunas oportunidades, los suelos oscuros o negros deben su tono al compuesto mineral o a humedad excesiva. En estos casos, el color oscuro no es un indicador de fertilidad (Thompson *et al.* 2002; Porta *et al.* 2005).

La superficie total de la Localidad Ciudad Bolívar es de 13.000 ha, de las cuales 3.330 ha corresponden a suelo urbano, otras 152 ha conforman suelo de expansión urbana y las restantes 9.608 ha constituyen suelo rural. De acuerdo con el POT de Bogotá, el uso del suelo urbano se divide en seis áreas de actividad: residencial 43,05%, área urbana integral 17,5%, dotacional 15,45 %, suelo protegido 13,9%, minero 6,9% e industrial 3,2%. Mientras que las 9.608 ha de suelo rural, se encuentran destinadas a pastos en un 12,6%, agricultura 27,5%, bosques 6% y zonas de Páramo 7% (POT, 2004; SPD, 2011; Aguilar, 2012).

En el sector, se presentan suelos bien drenados que según la clasificación agrológica, corresponden a la Clase IV, con pH muy ácido, y que ejercen efectos sobre la calidad del agua; desde este punto de vista, son apropiados para cultivos de uso semi-intensivo por su baja fertilidad y alta susceptibilidad a los procesos erosivos, y presenta restricciones para su mecanización.

También se encuentran algunas intercalaciones o relictos de suelos Clase VII que corresponden a suelos aptos para el desarrollo de bosques, algunos cultivos permanentes, reforestaciones y desarrollos de ganadería extensiva. Se evidencia presencia de relictos de suelos de Clase VIII que presentan procesos de erosión muy severa y de difícil recuperación, debido al impacto generado por la deforestación, según lo descrito por Arriero y Sánchez (2008); donde las condiciones climáticas y la presión antrópica a las cuales fueron sometidos por la ganadería extensiva y la explotación incontrolada de canteras, generaron un desequilibrio en las condiciones básicas, propiciando el desarrollo de procesos erosivos.

4.2. Bogotá Distrito Capital, producción y gestión de sus residuos

La ciudad de Bogotá es la Capital de la República de Colombia, está localizada en la parte central del País, sobre la cordillera oriental de la región natural Andina (figura 4-6), correspondiente a la subregión del Altiplano Cundiboyacense, cuyas coordenadas son 4°35'53,84" N y 74°04'33,68" O.



Figura 4-6. Mapa Político de Colombia con sus ciudades Capitales.
Fuente: <http://www.mapaamericalatina.com/>

Bogotá Se encuentra a una altura de 2.630 msnm; tiene una temperatura promedio de 14°C; está ubicada en la zona con mayor densidad de población del País, desde tiempos hispánicos, gracias a sus características climáticas que presentan gran diversidad ecológica y capacidad para generar ecoservicios, aspecto que la ha sometido a una

intervención antropogénica de grand magnitud, en lo referente a la agricultura, la minería y el desarrollo urbano (Baptiste *et al.*, 2004).

Su fundación se remonta a 1538 por el conquistador español Don Gonzalo Jiménez de Quesada, y durante su historia, ha ido anexando diferentes municipios entre los cuales se destacan Bosa, Engativá, Fontibón, Suba, Usme y Usaquén, DAMA, (2003); se organizó como Distrito Capital a partir de la Constitución de 1991, Tiene una extensión total de 163.663 ha, con un área urbana de 32.732 ha, correspondiente al 25%, mientras que 130.931 ha o el 75% restante, corresponde al área rural (SDP, 2011c). Tiene el carácter de una entidad territorial de primer orden, con las atribuciones administrativas que el Estado le confiere a los Departamentos. Por su localización y situación geográfica, la ciudad es considerada el epicentro de las actividades económicas, industriales, artísticas y deportivas del país (imagen 4-4). Cuenta con una longitud de norte a sur de 37 kilómetros, y un ancho de oriente a occidente de 18 kilómetros; su crecimiento longitudinal estuvo determinado por la estructura geomorfológica de sus montañas.

Su desarrollo ha sido en sentido longitudinal sur-norte; con una expansión hacia el sur-occidente, presentando un incremento urbanístico desde mediados de los años 50, que en los años 80 y 90 aumentó en la densidad de la población, presentando un deterioro silencioso que se manifestó a finales del siglo anterior. Salazar y Roa (2008). Los estratos más altos se concentran al norte, y los más bajos al sur de la ciudad, aspecto que se encuentra ligado con el desarrollo desigual de la infraestructura urbana que genera fenómenos como la proliferación de barrios de invasión o subnormales y la creación de cinturones de miseria, lo cual hace que el ordenamiento urbano se presente perturbado por la dinámica social, cuya localización, distribución y características de los asentamientos, inciden en la calidad de vida y seguridad de las personas y en el estado de conservación y calidad de los servicios que prestan los ecosistemas, como se aprecia en la tabla 4-2.

La ciudad está conformada por 20 zonas administrativas o localidades, distribuidas como se aprecia en la figura 4-7, que agrupa a más de 5.200 barrios, según el Nuevo

Siglo (2014); 19 de estas localidades conforman el área urbana, y las que aglutinan mayor concentración de población son las de Suba, Kennedy, Engativá, Usaquén y Ciudad Bolívar, mientras que la de Sumapaz ocupa la mayoría del área rural.

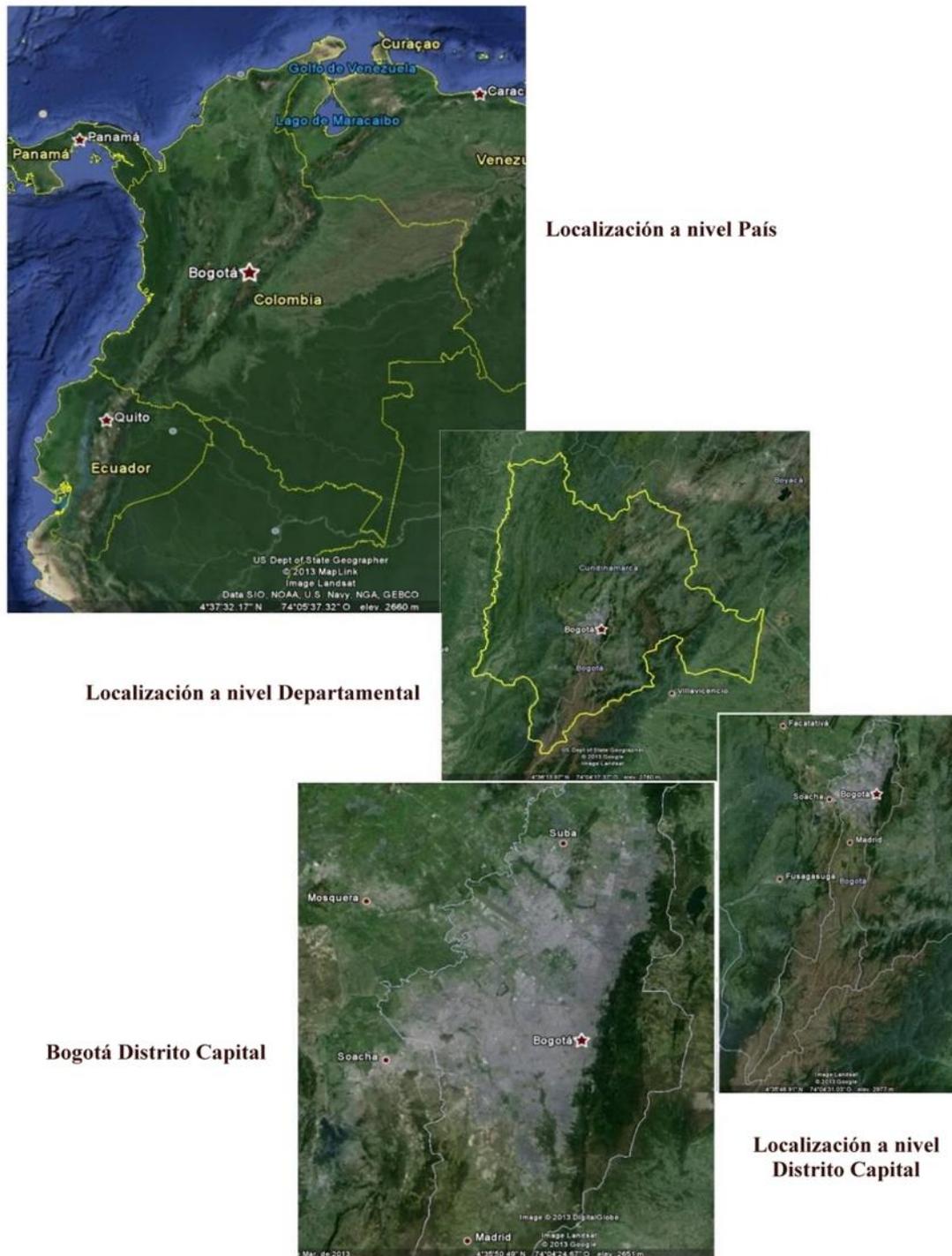


Imagen 4-3. Localización geográfica de ciudad de Bogotá
Fuente: Google 2014.

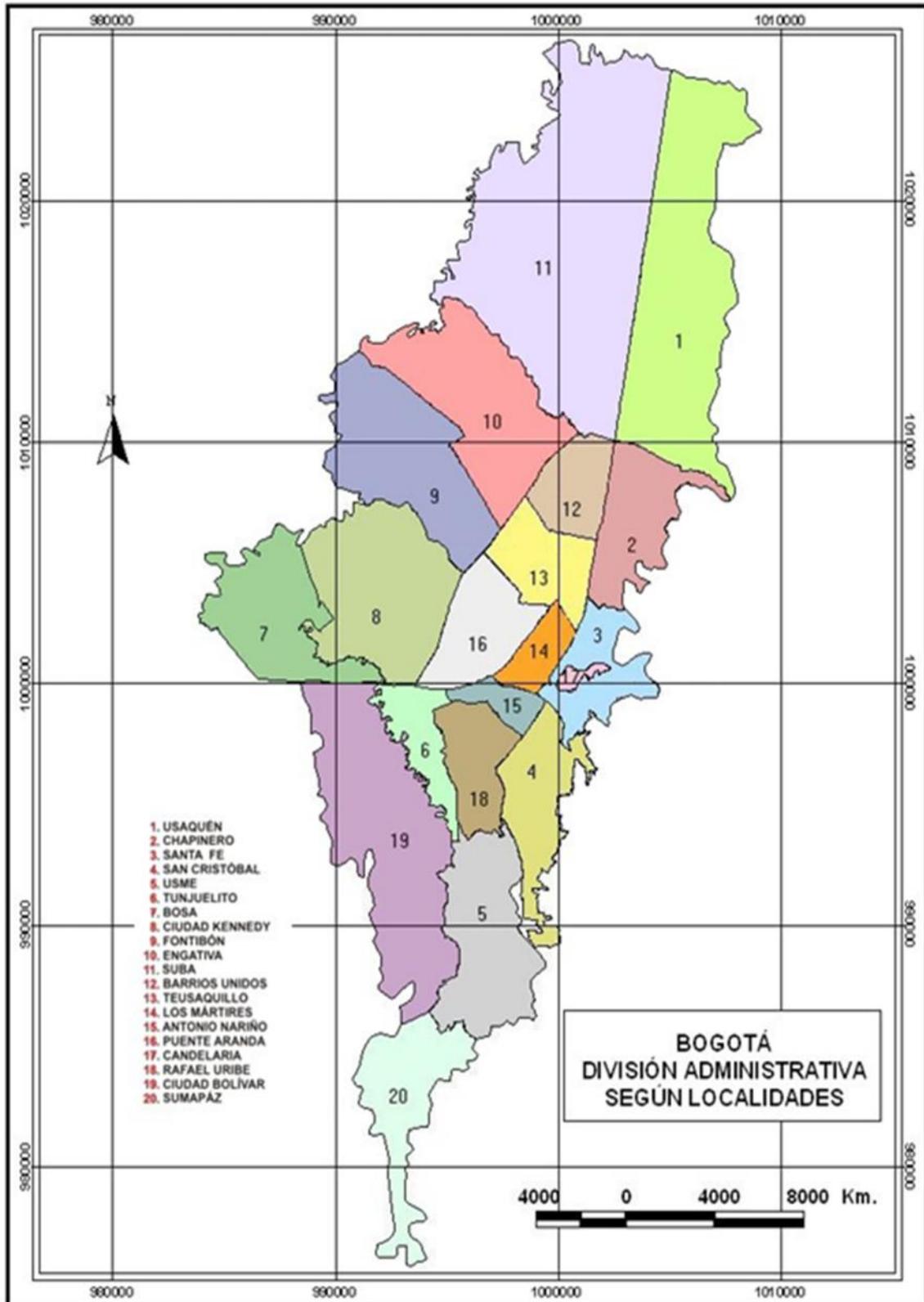


Figura 4-7. Mapa de la distribución política de la ciudad de Bogotá con sus localidades.
Fuente: Alcaldía de Bogotá (2014).

*Tabla 4-2. Localidades de la ciudad de Bogotá DC.
 Fuente: Secretaría Distrital de Planeación (2014)*

<i>Localidades</i>	<i>Área Total (ha)</i>	<i>Suelo urbano (ha)</i>	<i>Suelo de expansión (ha)</i>	<i>Suelo rural (ha)</i>
Usaquén	6.531,6	3.525,1	289,7	2.716,7
Chapinero	3.815,6	1.307,9		2.507,7
Santa Fe	4.517,1	696,4		3.820,6
San Cristóbal	4.909,9	1.649,0		3.260,9
Usme	21.506,7	2.120,7	902,1	18.483,9
Tunjuelito	991,1	991,1		
Bosa	2.393,3	1.932,5	460,8	
Kennedy	3.859,0	3.606,4	252,6	
Fontibón	3.328,1	3.052,8	275,3	
Engativá	3.588,1	3.439,2	148,9	
Suba	10.056,0	5.800,7	492,7	3.762,7
Barrios Unidos	1.190,3	1.190,3		
Teusaquillo	1.419,3	1.419,3		
Los Mártires	651,4	651,4		
Antonio Nariño	488,0	488,0		
Puente Aranda	1.731,1	1.731,1		
La Candelaria	206,0	206,0		
Rafael Uribe	1.383,4	1.383,4		
Ciudad Bolívar	13.000,3	3.239,8	152,1	9.608,4
Sumapaz	78.096,9			78.096,9
TOTAL BOGOTÁ D.C.	163.663,2	38.431,1	2.974,2	122.257,8

La tabla anterior muestra que el área total cubierta por la ciudad de Bogotá D.C., es de 163.663,2 ha, de las cuales, 38.431,1 ha corresponden a suelo urbano, y 122.257,8 a

suelo rural. De las 20 localidades, la localidad más grande es la de Sumapaz con 78.096,9 ha, y su característica principal es de ser suelo rural en su totalidad; después está la localidad de Usme con 21.506,7 ha de las cuales, 2.120,7 corresponden a suelo urbano y 18.483,9 a suelo urbano, contando con un área de futuro desarrollo de 902,1 ha. En tercer lugar, está la localidad de Ciudad Bolívar, donde se encuentra localizada la zona de estudio con un área total de 13.000,3 ha de las cuales 3.239,8 corresponden a suelo urbano, 9.608,4 ha a suelo rural, y cuenta con 152,1 ha de suelo para posibles desarrollos.

4.2.1. La población de Bogotá

La ciudad presenta un incremento en su población que ha venido ejerciendo presión sobre espacios despoblados y el medio natural, enmarcado en un estancamiento de su extensión, con un aumento en el hacinamiento en sectores de estrato bajo, donde se facilita su ubicación y se refleja en un aumento significativo en concentración y densidad de la ciudad. Al mismo tiempo, este incremento corresponde a población desplazada que proviene de todo el País. Lo anterior representa una disminución en la tasa estimada de crecimiento exponencial del 2,27% al 1,81%, que de mantenerse, duplicará su población cada 39 años, lo cual generaría una disminución en su crecimiento para 2016 (DANE, 2015).

El crecimiento poblacional de la ciudad de Bogotá durante los últimos decenios, tuvo un promedio de 100.000 ha/año, y es uno de los factores que ha debilitado la infraestructura de los servicios públicos. Según cifras del Departamento Nacional de Estadística (DANE), en 2015, la ciudad cuenta con una población de 7'878.783 habitantes, de los cuales el 22% reside en el área rural, y el 78% restante reside en el área urbana. La población de la ciudad está conformada para el año 2015, por 3'706.165 hombres y 3'968.201 mujeres, siendo estas últimas, un 7% superior a los hombres. DANE, (2015), (tabla 4-3). Del total, se espera un crecimiento de un 9%, proyectado para el año 2020, con una población aproximada de 8'380.801 habitantes (figura 4-8). Este crecimiento ha sido superior al del resto del País, registrando tasas superiores al 2% durante la última década, como consecuencia de una alta tasa de migración.

Tabla 4-3. Valores de población Total y por sexo para la ciudad de Bogotá D.C. proyectada para el Periodo 2000 – 2020. Fuente: DANE 2015

Año	Hombres	Mujeres	TOTAL
2000	3.016.761	3.286.120	6.302.881
2001	3.071.501	3.340.899	6.412.400
2002	3.125.575	3.394.898	6.520.473
2003	3.179.199	3.448.369	6.627.568
2004	3.232.540	3.501.501	6.734.041
2005	3.285.708	3.554.408	6.840.116
2006	3.338.250	3.606.966	6.945.216
2007	3.390.872	3.659.356	7.050.228
2008	3.443.523	3.711.529	7.155.052
2009	3.496.153	3.763.444	7.259.597
2010	3.548.713	3.815.069	7.363.782
2011	3.601.370	3.866.434	7.467.804
2012	3.653.868	3.917.477	7.571.345
2013	3.706.165	3.968.201	7.674.366
2014	3.758.224	4.018.621	7.776.845
2015	3.810.013	4.068.770	7.878.783
2016	3.861.624	4.118.377	7.980.001
2017	3.912.910	4.167.824	8.080.734
2018	3.963.853	4.217.194	8.181.047
2019	4.014.441	4.266.589	8.281.030
2020	4.064.669	4.316.132	8.380.801

Proyección Total de Población para la ciudad de Bogotá DC. 2000 -2020

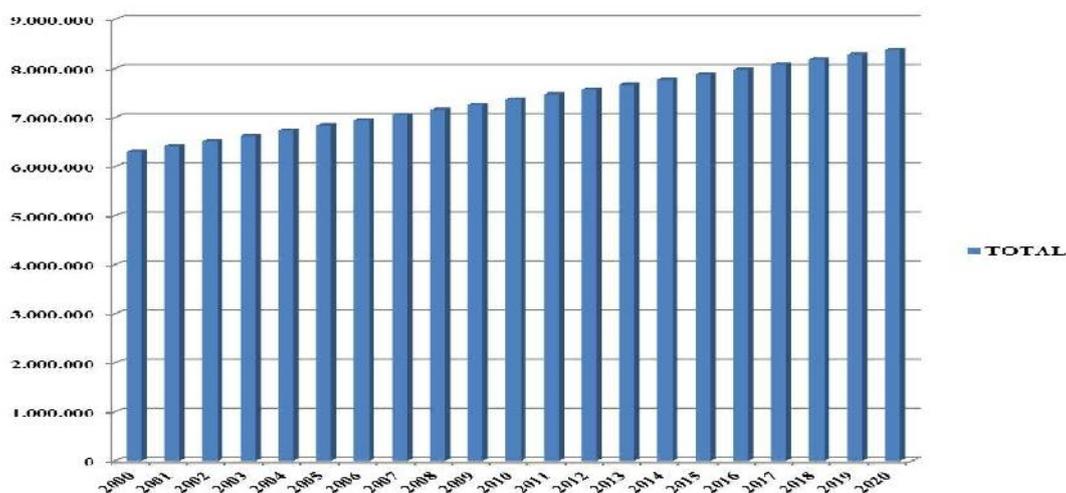


Figura 4-8. Proyección de la población total de la ciudad de Bogotá DC. Fuente: DANE (2015).

Es importante evidenciar que los 20 municipios aledaños a la ciudad de Bogotá, han presentado una tasa de crecimiento superior al 3% en el último decenio, siendo Soacha el de mayor concentración poblacional, registrando incrementos hasta de un 35% en un año, según la caracterización socioeconómica de Bogotá y la región, adelantada para formular el Plan maestro de movilidad (Alcaldía de Bogotá, 2012).

Las variaciones en el número de habitantes de la ciudad no han sido solo en el total, sino que se aprecia también en los valores de distribución por sexo y edades, como se observa en la figura 4-9, haciendo que en Bogotá, como ha sucedido con otras ciudades del País y del Mundo, se presente un envejecimiento de su población, generado por factores como la disminución de la tasa de natalidad durante el periodo 2000 -2015 de un 22,8% a un 17%.

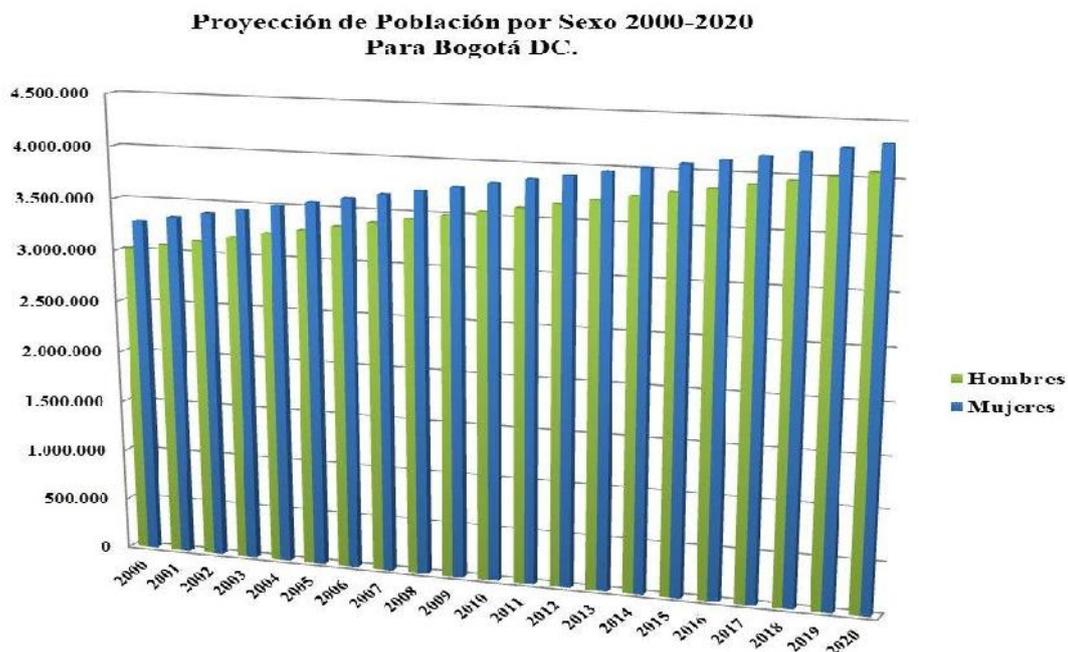


Figura 4-9. Proyección de la población de la ciudad de Bogotá DC. Por sexo.
Fuente: DANE 2015.

Un factor primordial en el crecimiento de población es el área disponible, como es el caso de las localidades de Suba, Bosa, Kennedy, Fontibón, Usme y Ciudad Bolívar, donde se presentan altas tasas de crecimiento. DANE (2014). Esta disponibilidad de

áreas permite que se genere una migración positiva y localización de nuevos habitantes llegados de otras localidades o regiones. Por otra parte, hay localidades que no crecen o crecen poco como las de San Cristóbal, Santa Fe, Tunjuelito, Puente Aranda, Antonio Nariño, Rafael Uribe Uribe, la Candelaria, y Los Mártires, que cuentan con una baja tasa de natalidad y bajo nivel de población infantil debido a sus características económicas, y son áreas donde se asienta población adulta y además, también influye la baja disponibilidad de áreas libres (tabla 4-4).

Tabla 4-4. Proyección de población por Localidades a 2015. Fuente SDP

<i>Localidades</i>	<i>2010</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>	<i>2013</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>
Usaquén	469.635	474.773	479.830	484.764	489.526	494.066
Chapinero	132.271	133.778	135.160	136.352	137.281	137.870
Santa Fe	110.049	109.993	109.955	109.495	109.974	110.053
San Cristóbal	410.148	409.799	409.257	408.477	407.416	406.025
Usme	363.707	382.876	400.686	415.898	427.090	432.724
Tunjuelito	202.010	201.843	201.593	201.230	200.725	200.048
Bosa	569.093	583.056	597.522	612.754	629.066	646.833
Kennedy	1.000.527	1.019.949	1.030.623	1.042.080	<i>1.054.850</i>	<i>1.069.469</i>
Fontibón	338.198	<i>345.909</i>	<i>353.859</i>	<i>362.167</i>	<i>370.976</i>	<i>380.453</i>
Engativá	<i>836.124</i>	<i>843.722</i>	<i>851.299</i>	<i>858.935</i>	<i>866.719</i>	<i>874.755</i>
Suba	<i>1.044.006</i>	<i>1.069.114</i>	<i>1.094.488</i>	<i>1.120.342</i>	<i>1.146.985</i>	<i>1.174.736</i>
Barrios Unidos	323.802	233.781	234.948	236.433	238.380	240.960
Teusaquillo	145.157	146.583	147.933	149.166	150.236	151.092
Los Mártires	97.611	97.926	98.209	98.450	98.637	98.758
Antonio Nariño	108.150	108.307	108.457	108.607	108.766	108.941
Puente Aranda	258.751	258.441	258.212	258.102	258.154	258.414
La Candelaria	24.117	24.144	24.160	24.160	20.140	24.094
Rafael Uribe Uribe	377.836	377.615	377.272	376.767	376.060	375.107
Ciudad Bolívar	628.366	639.937	651.586	663.397	675.471	687.923
TOTAL BOGOTÁ	7.448.558	7.461.546	7.565.049	7.668.026	7.770.452	7.872.321
<i>Sumapaz</i>	<i>6.224</i>	<i>6.258</i>	<i>6.296</i>	<i>6.340</i>	<i>6.393</i>	<i>6.460</i>
TOTAL D.C	7.454.728	7.467.804	7.571.341	7.674.366	7.776.845	7.878.781

Nota: los valores en letra **itálica**, corresponden al momento cuando la localidad llega a su clímax de población, dado por los patrones de ocupación del suelo. La localidad de Sumapaz no se considera urbana, por su carácter rural.

Teniendo en cuenta la tabla anterior, la dinámica poblacional de las localidades llega a su clímax en el año 2010 en Suba y Engativá, alcanzando su máxima capacidad de asimilación de población, que aunque se encuentra saturada sigue en aumento; por otra parte, en 2011, la localidad de Fontibón alcanzó su máxima capacidad, mientras que Kennedy llegaría a su máxima capacidad a partir de 2014. En el caso de localidades como Usaquén, Chapinero, Santa Fe, Tunjuelito, Los Mártires, Antonio Nariño, Puente

Aranda y La Candelaria, presentan una dinámica poblacional relativamente estable, mientras que en San Cristóbal, Bosa y Rafael Uribe la dinámica tiende hacia el descenso.

La ciudad se encuentra estratificada en seis niveles, los cuales dependen del nivel de ingreso de sus habitantes, de su entorno y del contexto urbano, donde el estrato bajo corresponde a los estratos 1 y 2, el estrato medio corresponde a los estratos 3 y 4 y el estrato alto corresponde a los estratos 5 y 6; con los estratos, se pretende clasificar la población en grupos con las mismas características, buscando generar una homogeneidad. Ripoll *et al.* (2014). Lo anterior permitió clasificar la ciudad por zonas con las cuales se distribuye el costo de los servicios públicos; y los estratos más altos subvencionan a los más bajos (Morgan, 2008). Esta estratificación se dio tanto para el sector urbano como para el rural. En el caso de Bogotá, la estratificación se hizo a partir de los índices complejos en la construcción, industrias, calidad de los servicios y áreas comerciales (Ramírez, 2007).

4.2.2. Aspecto socioeconómico

La tasa de desempleo en la ciudad, varía según las localidades y los grupos poblacionales; las tasas más altas se encuentran en las localidades de Ciudad Bolívar, con un 11,5% y en San Cristóbal con un 11,3%, (SDP, 2012). La ciudad cuenta con cuatro zonas de aptitud como son: las de *aptitud ambiental* que abarca 30.051 ha; las de *desarrollo socioeconómico* con 14.891 ha que producen una ocupación del suelo rural del 12,2%; las de *desarrollo socioeconómico restringido* con 743 ha, con una ocupación del suelo rural del 0,6%; y una zona de *desarrollo urbano /suburbano y de expansión* de 1.328 ha con una ocupación del suelo rural del 1,1%.

En el área rural, se manifiestan numerosos problemas, como las malas condiciones de las viviendas, la necesidad de crear y mantener áreas protegidas con lo cual se reduce significativamente el área rural que debe adaptarse al entorno. La ciudad ha venido sufriendo un proceso de expansión que ha generado cambios en los usos del suelo; este fenómeno de agotamiento del suelo urbanizable, ha sido una constante en las grandes ciudades del Mundo, que como en el caso de Bogotá, al no contar con áreas de

expansión, solo se puede hacer mediante una modificación en los usos del suelo, y disponer de un crecimiento en altura, mediante la renovación de grandes áreas. El proceso de ocupación del suelo se acelera cuando se presenta en áreas apartadas del centro de la ciudad, de forma descentralizada que genera un crecimiento acelerado en la población que se incrementa al pasar el tiempo. Según la SDP (2012), un aspecto para destacar es que el número de viviendas aumenta de manera más rápida que la misma área ocupada.

4.2.3. El coeficiente de GINI para Bogotá

El coeficiente de GINI es una medida de desigualdad, con valores entre cero y uno, donde uno es el grado máximo de desigualdad posible. Según Pineda (2012), significa que uno o unos pocos perciben todo el ingreso y los demás nada, y cero es el mínimo o en otros términos, cuando todos los habitantes reciben un mismo ingreso (González, 2009). Además de ser un factor social, la pobreza se relaciona con el nivel de ingreso y la forma como está distribuido al interior de la población. La ciudad de Bogotá genera 1/4 del PIB del País-y sin embargo, es una de las ciudades con mayor coeficiente de desigualdad, pues se estima que el 9,2% de la población no tiene sus necesidades básicas satisfechas y el 1,4 vive en la miseria; de igual manera, presenta un índice de hacinamiento de 3,2 habitantes por hogar (Galvis, 2013).

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede evidenciar según Galvis (2013), que el coeficiente de GINI para la ciudad de Bogotá, es de 0,542, y representa el más alto nivel de desigualdad respecto de otras ciudades capitales como Medellín con 0,53, Cali con 0,49 y Bucaramanga con 0,47. De igual manera, las localidades de Bogotá también cuentan con un índice de GINI que permite evidenciar la existencia de desigualdades en su interior. Como se puede observar en la tabla 4-5, se presentan variaciones importantes, dependiendo del área geográfica de cada localidad, como de los grupos de individuos, donde las mujeres reciben un salario menor que los hombres. En el caso del coeficiente de GINI para la localidad de Usaquén, es de 0,54, mientras que para la localidad de Ciudad Bolívar, es de 0,38; para el caso de Usaquén, hay grandes desigualdades con promedios de ingresos altos, mientras que para ciudad Bolívar, no

existe tanta desigualdad, pero el nivel de ingresos es muy bajo y el de pobreza es muy alto (figura 4-10), (DANE, 2014).

Tabla 4-5. Coeficiente de GINI, por localidades
 Fuente: DANE - SDP. Encuesta Multipropósito para Bogotá 2014

Localidad	GINI
1 Usaquén	0,540
2 Chapinero	0,513
3 Santa Fe	0,587
4 San Cristóbal	0,397
5 Usme	0,393
6 Tunjuelito	0,424
7 Bosa	0,366
8 Kennedy	0,409
9 Fontibón	0,510
10 Engativá	0,407
11 Suba	0,524
12 Barrios Unidos	0,497
13 Teusaquillo	0,415
14 Los Mártires	0,480
15 Antonio Nariño	0,453
16 Puente Aranda	0,424
17 La Candelaria	0,587
18 Rafael Uribe Uribe	0,430
19 Ciudad Bolívar	0,380
Total Bogotá	0,542

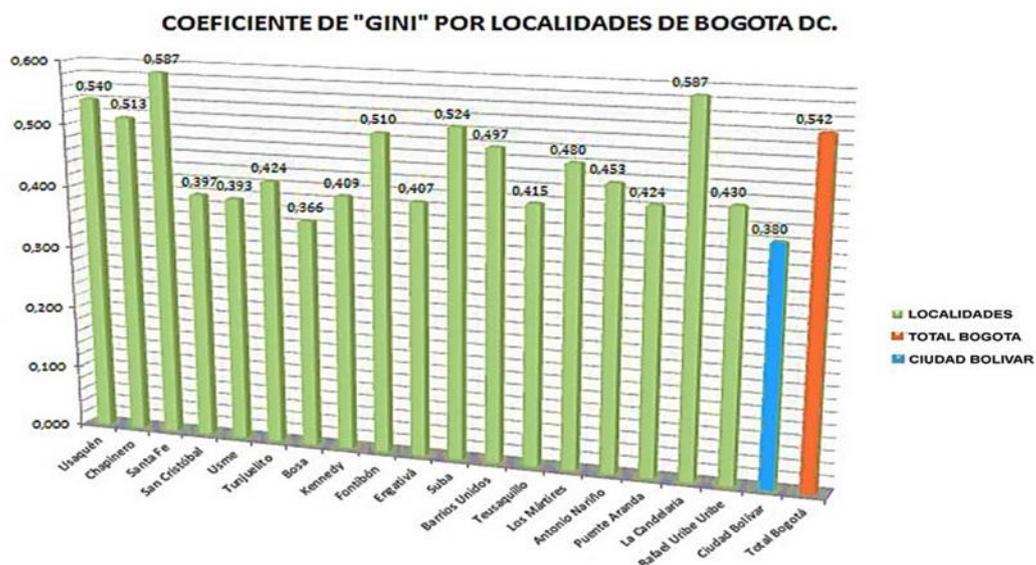


Figura 4-10. Diagrama de distribución del coeficiente de Gini por localidades con respecto de la ciudad de Bogotá. Fuente: el autor

En la gráfica anterior un aspecto a resaltar, es que las Localidades más prósperas son aquellas donde se presentan coeficientes más altos y con mayor desigualdad, como son Usaquén, Chapinero, Santa Fe y la Candelaria; caso contrario se puede ver que las menos prosperas son las de Bosa y Ciudad Bolívar con los coeficientes mas bajos.

4.2.4. El problema de los residuos sólidos urbanos

La ciudad de Bogotá D.C., no ha sido ajena al problema de las enfermedades generadas por la mala disposición de las aguas residuales y los RESU en el transcurso de la historia. En el siglo XVII, la disposición de los residuos se hacía en las calles, solares, quebradas y ríos, hasta que la ciudad enfrentó una devastadora epidemia de tifo (tifus), en 1633, cuyos relatos hablan de una cifra cercana a las 10.000 personas que perdieron la vida (Archivos de Bogotá, 2012).

Para 1872, según los registros de los Archivos de Bogotá (2012), se dispuso nombrar un celador por manzana, con la función específica de recolectar los RESU que se generaban en aquella y en 1874, se inició el servicio con carros halados por animales. Hacia 1900, el servicio de recolección lo prestaba una entidad denominada la Sociedad, Aseo y Ornato, conformada por personas prestantes de la comunidad que funcionó hasta 1904, cuando por ineficiencia, la Administración Municipal asume este servicio sin alguna mejora (Collazos *et al*, 2011). Para 1902, mediante el Acuerdo 23, las funciones de aseo fueron entregadas a la administración Capitalina (Rodríguez, 2009).

Para 1922, la ciudad sufre una crisis debido a la inundación de basuras, y procedió a quemarlas en el sector donde hoy es el barrio Quiroga; se activa el vertedero de Cama vieja, localizado en lo que hoy se conoce como el barrio Salitre; para 1929, se autoriza el uso de hornos crematorios, y se estableció que los residuos fueran depositados en lotes cercanos, con lo cual se incrementó el desaseo y aumentó la problemática, cuando la crisis fiscal del momento, obligó a reemplazar los automóviles por vehículos de tracción animal y no se compraron los hornos; retornando el sistemas de relleno de huecos (Archivos de Bogotá, 2012).

En 1956, en medio de la falta de soluciones al problema, se crea la Empresa Distrital de Servicios Públicos (EDIS), (Rodríguez, 2009). Para 1979, después de varios intentos en la gestión de los residuos, se crea y opera el primer RYS de la ciudad, en el sector de Gibraltar que funcionó bien durante unos años y por falta de material de cobertura, terminó convertido en un vertedero. Para 1981, entró en operación de forma conjunta, el vertedero de El Cortijo que a su vez cerraría en 1984, dejando solo en servicio, el de Gibraltar (Collazos, 2001).

Para 1968, la población de Bogotá era de 2'224.210 habitantes y el sistema de recolección de extendía en un área de 180 kilómetros que para 1972, había aumentado a 240 kilómetros. En 1985, se inician los estudios que localizaron el RYSDJ al sur-oriente de la ciudad y fue inaugurado en noviembre de 1988, operando sin inconvenientes hasta el 27 de septiembre de 1997, día cuando se presentó un derrumbe que vertió entre 800.000 y 1'000.000 de t de residuos a la cuenca del río Tunjuelo. Luego de superada esta etapa, el RYSDJ continuó su operación hasta la fecha. En la actualidad, la ciudad cuenta con el servicio de recolección de basuras en un 99,8%, donde tan sólo el 0,2% carece de este servicio (DNP, 2012).

Para el año 2011, Bogotá dispuso el 26% de los residuos de la producción nacional que entonces fue de 26.536,74 ton/día, lo cual muestra una producción de 6.899,55 t/día; mientras que para 2012, dispuso 6.408,2 t/día, representando una disminución del 7% respecto del 2011 (SISP, 2014).

El porcentaje de reciclaje es muy bajo, porque solo se recoge el 33% de los residuos potencialmente reciclables y que corresponden a unas 8 toneladas al día. García y Padilla (2014), aspecto que ha influido en el periodo de vida del RYSDJ, llevándolo a superar su capacidad en un menor tiempo de lo planificado.

4.2.5. Caracterización de los residuos que se producen en la ciudad

Realizada la caracterización física de los RESU generados en la ciudad de Bogotá, se pudo evidenciar que la mayor porción de residuos está concentrada en la fracción de alimentos no preparados, en una proporción del 51,26%; seguida por los residuos

peligrosos de origen doméstico, en una proporción del 12,45% y en su orden, los plásticos, en un 10,70%, como se aprecia en la figura 4-11, según estudio realizado por la UAESP (2014).

Lo anterior nos muestra que en una gran proporción, lo que llega a los RYS de la ciudad, es materia orgánica; que por su volumen, disminuye la vida útil de estos espacios, pudiendo conseguir un aprovechamiento o una adecuada separación en la fuente. En el caso de la separación en la fuente, la ciudad vierte de manera significativa, fracciones aprovechables como el plástico en un 10,70%, el vidrio en un 3,20%, papel en un 5,49%, residuos de cartón en un 3,9%, y residuos metálicos en un 0,97%, entre otros (SDA, 2008).

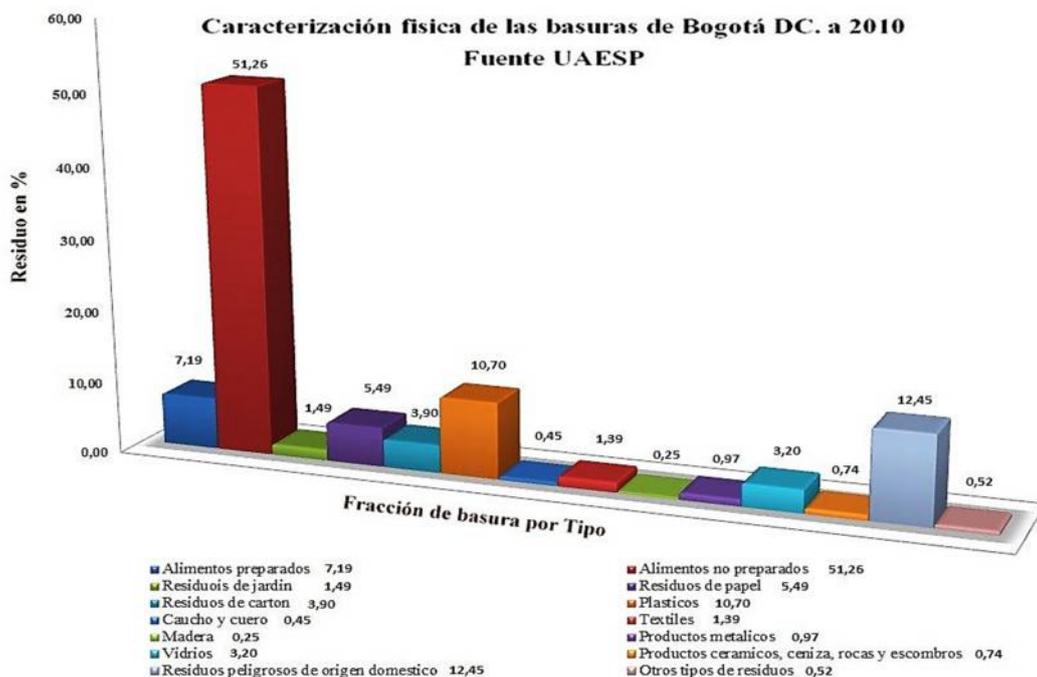


Figura 4-11. Caracterización física de los RESU generados en la ciudad de Bogotá D.C.

4.3. El relleno Sanitario Doña Juana: un contexto social y ecológico

El relleno sanitario Doña Juana nace a partir de la necesidad de poner orden a una inadecuada gestión de los residuos, que durante muchos años afectó la calidad de vida

de los habitantes de la ciudad, debido a la falta de técnicas apropiadas para su manejo que ocasionaron acumulación de grandes cantidades de residuos en las calles, mostrando desaseo y falta de medidas higiénicas.

El relleno Doña Juana corresponde al tipo área, debido a las condiciones topográficas en el sector, con presencia de depresiones, hondonadas naturales y canteras, en suelos altamente erosionados, adyacentes al río Tunjuelito, como se muestra en la imagen 4-4. Inició sus actividades el 1° de noviembre de 1988; para esta misma época, ya recibía un promedio de 450 vehículos/día, en un horario de operación de 24 horas, incluidos fines de semana y feriados. En la actualidad, recibe los RESU de nueve municipios (Bogotá, Ciénega, Chipaque, Choachí, Fosca, Gutiérrez, Quetame, Ubaque y Upe), (García y Padilla 2014); recibiendo entre los años 2011 y 2014, un promedio de 2'290.000 t/año de residuos, como lo muestra la tabla 4-6 (UNIANATIOQUIA, 2006; SDP, 2013).



Imagen 4-4. Panorámica del terreno en donde se encuentra localizado el RYSDJ.
Fuente: Collazos (2011).

*Tabla 4-6. Disposición de Residuos en el RYSDJ,
 Periodo 2002 – 2014 Fuente: SDP, 2014*

<i>Año</i>	<i>Disposición per cápita de residuos ton/habitante</i>	<i>Disposición de Residuos (t/año)</i>
2002	0,28	1.844.020
2003	0,27	1.837.240
2004	0,28	1.965.170
2005	0,28	1.974.240
2006	0,27	1.960.000
2007	0,29	2.091.410
2008	0,30	2.161.720
2009	0,29	2.096.550
2010	0,30	2.239.335
2011	0,31	2.290.285
2012	0,30	2.290.140
2013	0,30	2.325.548
2014	0,30	2.351.132

La tabla anterior muestra la dinámica de disposición que presenta el RYSDJ entre los años 2002 a 2014; como se puede apreciar esta muestra un crecimiento variable ya que algunos años presentas disminución en los volúmenes como fueron los años 2003, 2006, 2009, como también se aprecia una disposición relativamente igual entre los años 2011 y 2012.

El RYSDJ se encuentra localizado entre las coordenadas 4°31'64"N; 74°07'38,14"O al norte y 4°29'30,73"N, 74°08'50,94"O al sur. Políticamente, está en la localidad 19 de Ciudad Bolívar, en el sector del Barrio Monte Blanco, en la Vereda Mochuelo Bajo (figura 4-12); forma parte de la subcuenca de la Quebrada Yerbabuena entre las cotas 2750 y 2800 msnm al suroriente de la ciudad. Con un área ocupada actual de 592 ha; de las cuales el 32% ó 190 h corresponden a zonas de disposición; 100,3 h correspondientes al área de amortiguamiento ambiental; 14,8 h a las zonas de optimización 1 y 2; y 302,1 h corresponden a un área de expansión futura (Collazos, 2011; SDP, 2013)

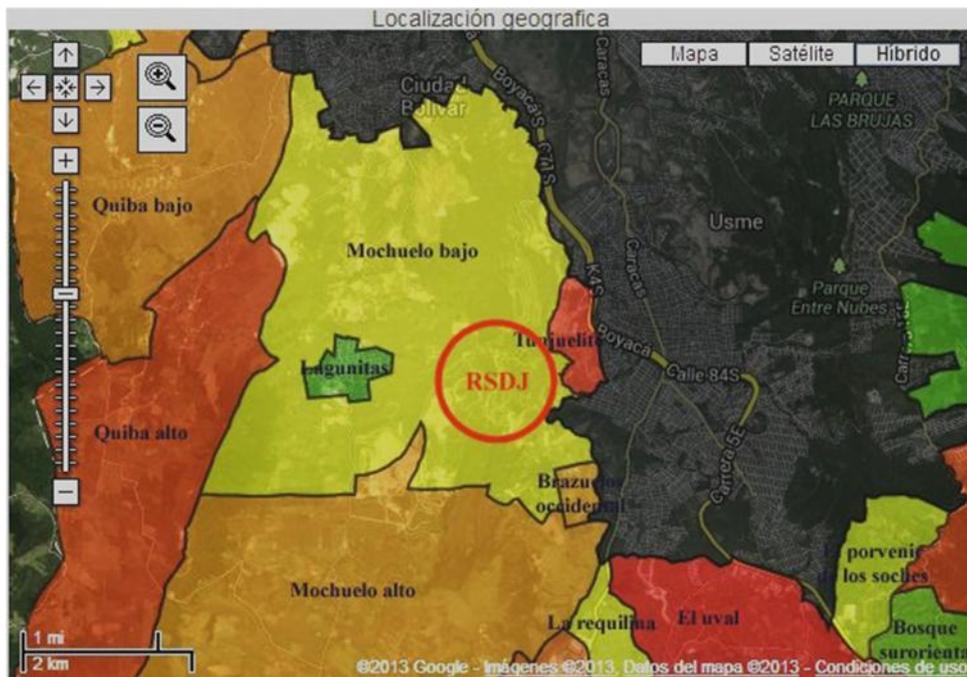


Figura 4-12. Localización política del RYSDJ respecto de las veredas limítrofes.

Limita por el norte con el asilo San Antonio; por el sur con la vereda Mochuelo Alto; al oriente con Tunjuelito, predios de la empresa CEMEX, el Rubí y el área rural de la vereda Brazuelos Occidental; y por el occidente, con la vía a la vereda Pasquilla y el sector urbano de la vereda Mochuelo Bajo, y el Parque Industrial Minero (hacienda las Manas y ladrillera Santa Fe).

4.3.1. Gestión de Disposición

Para desarrollar las actividades en el RYSDJ, se estableció un plan de trabajo por zonas, utilizando la técnica de llenado por niveles tipo terraza. En la actualidad, está conformado por ocho zonas, algunas ya clausuradas para disposición de RESU como se muestra en la figura 4-13, y un área de optimización, convirtiéndolo así en el más grande de Colombia. La Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), es la entidad pública encargada de su administración (SCS Engineers, 2007).

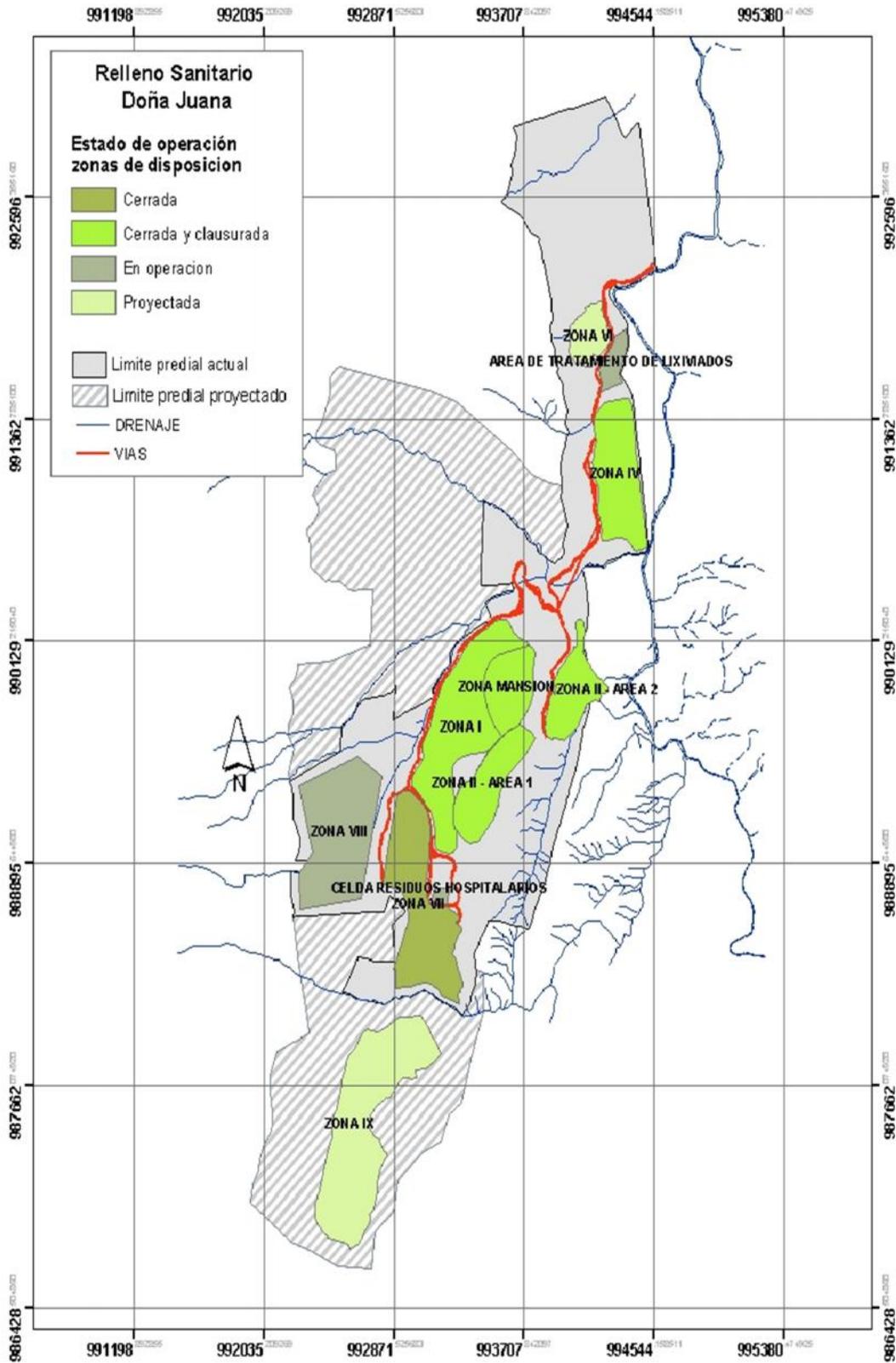


Figura 4-13. Localización de las zonas de disposición del RYSDJ
 Fuente: UAESP (2014).

Como ya se dijo, el relleno cuenta con ocho zonas de disposición (tabla 4-7), las cuales (Corporación Suna Hisca 2009; Pinzón y Sotelo 2011), se han desarrollado así:

Tabla 4-7. Volúmenes de residuos dispuestos en las diferentes Zonas del relleno sanitario Doña Juana. Fuente: (CGR Doña Juana S.A. ESP, 2011)

Zonas	Periodo de operación	Vida útil (años)	Area (ha)	Cantidad de residuos (ton)	Estado
Antigua	Nov/88– Sep./93	5,0	80	7.000.000	Actualmente Empradizada
Zona I	Sep./93- Feb/95	1,5			
Mansión	Feb/95-Oct/95	0,8	10	1.000.000	Actualmente Empradizada y con Sistema Forzado de Extracción de Gas utilizado anteriormente como estudio piloto
II-Área I	Oct/95-Sep/97	2,0	25	3.000.000	Zona del derrumbe del 27/09/1997, restaurada después del evento.
II-Área II	Oct/98-Jul/00	N.A.	6,1	Zona del derrumbe	Actualmente Empradizada y con Sistema Forzado de Extracción de Gas. Zona de disposición de residuos provenientes del derrumbe.
II-Área III	Sep./08-May/09	1,0	3,3	515.000	Actualmente empradizada y con Sistema Forzado de Extracción de Gas.
IV	Sep./97-Ene/99	1,4	19	2.100.000	Empradizada, utilizada como zona de emergencia durante el derrumbe
VI	N.A.	N.A.	3,2	N.A.	Actualmente adecuada como zona de Emergencia y de disposición de lodos.
VII	Ene/99-Dic/02	3,0	40	6.000.000	Cerrada
VIII	Mar/02-Sep/10	6,2	41	13.040.240	Ampliación de la operación hasta 2022 con Sistema Forzado de Extracción de Gas
Biosólidos	Oct/10-Abr/11	0,5		1.200.000	
Celda Hospitalarios	Jul/98 a la fecha	8,5	1,5	28.406	En operación
Fase 1 Optimización	Abr/11 a la fecha	4,8	35	9.300.000	En Operación

Zona I: entró en operación el 1° de noviembre de 1988; recibió RESU (domésticos, comerciales, institucionales, de barrido de calles y áreas públicas e industriales), producidos en el área urbana de Bogotá y en algunos municipios cercanos. Dicha Zona recibió cerca de 7'000.000 de t hasta febrero de 1995.

Actualmente, en su etapa 1, se acondicionó un área de contingencia denominada *Biosólidos* en donde se están disponiendo residuos desde finales de septiembre de 2010.

Zona Mansión: se desarrolló a continuación de la Zona I, al costado noreste, y tiene una extensión aproximada de 10h; en donde se dispusieron cerca de 1'000.000 de t de residuos.

Zona II: se encontraba en desarrollo cuando ocurrió el derrumbe de residuos el 27 de septiembre de 1997. El área tenía cerca de 31ha y su capacidad estaba calculada para recibir residuos entre cuatro y cinco años, pero solo estuvo en operación 1,5 años. En el área 1, se estima que en su momento, se acomodaron más de 3'000.000 de t, después del accidente.

Zona II Área 3: cuyo acondicionamiento terminó el 8 de septiembre de 2008, se utilizó como zona de recibo de residuos paralela a la Zona VIII, hasta el mes de mayo de 2009 cuando copó su capacidad; tiene un área de 3,3ha y la cantidad total de residuos dispuestos en ella es de 515.000 t.

Zona III: inicialmente fue reservada para desarrollar el relleno sanitario de seguridad de los desechos peligrosos; pero por condiciones técnicas y de desarrollo del relleno, se anexó a la Zona II.

Zona IV con una superficie de 19ha, fue utilizada como zona de emergencia ante el derrumbe de residuos en la Zona II. Se dispusieron residuos sólidos hasta enero de 1999, cuando su capacidad alcanzó los 2,1 millones de t y se clausuró.

Zona V no desarrollada hasta la fecha. Se localiza en el costado oriental de la autopista a Villavicencio y está delimitada por el río Tunjuelo.

Zona VI cuya superficie es de 2,17ha, tiene una terraza adecuada como Zona de emergencia para la disposición de residuos sólidos, con una capacidad para 150.000 t; hasta julio de 2010 se estaba utilizando como almacenamiento de emergencia de los lixiviados producidos antes de su tratamiento en la planta (STL). A partir de agosto de 2010, se reacondicionó como zona de emergencia de residuos domiciliarios, pero ante la ola invernal reinante y por consiguiente, el incremento en la producción de lixiviados, se volvió a acondicionar como pondaje de emergencia para el almacenamiento de lixiviados, en noviembre de 2010.

Zona VII cuya superficie es de 40ha, entró en operación en enero de 1999 y se colmó a mediados del año 2002. Se depositaron 5,8 millones de t; y para lograr esta capacidad, el operador del relleno Proactiva Ltda., implementó una modificación al diseño original de las terrazas 4, 5 y 6.

Zona VIII tiene una superficie de 41,8ha; su adecuación se inició en mayo de 2010 y su diseño ajustado, contempla una capacidad de 13 millones de metros cúbicos; esta zona está en proceso de ampliación en su Fase 2 de optimización, por un periodo de hasta de 91 meses.

Zona Fase 1 de optimización, aprobada por Resolución 2211 del 22 de octubre de 2008 de la CAR de Cundinamarca, se encuentra en operación desde abril de 2011, tiene una superficie de 35ha y una capacidad de recepción de 9'300.000 t.

Zona de Disposición de Residuos Hospitalarios, con una superficie de 1,9ha, está en operación desde julio de 1998 y tiene capacidad inicial para operar 7,5 años mediante tres trincheras. Las modificaciones efectuadas por Proactiva en el año 2005, con la aprobación de la UAESP, buscaban extender la vida útil hasta septiembre de 2006; pero esta vida útil se ha extendido aún más, porque desde agosto del mismo año, los volúmenes dispuestos allí se redujeron a 9 toneladas mensuales en promedio, debido a que parte de los residuos hospitalarios se disponen directamente en la Zona de residuos convencionales, como residuos inertizados.

Adyacente a la Zona VI, se destinó un área de 3,6 ha para construir la planta de tratamiento de lixiviados del relleno sanitario y de 2,9ha para disponer los lodos producidos por ella.

La disposición de los RESU, como se aprecia en la imagen 4-5, se realiza mediante el sistema de celdas, conformadas mediante un sistema de terrazas, donde los residuos dispuestos en cada frente de trabajo, son esparcidos en capas con espesor no mayor a 50 cm y compactados con maquinaria pesada. Luego se recubren con tela plástica o geomembrana, y se finaliza con una capa de 40 cm de tierra para evitar la proliferación de vectores, la presencia de animales, la dispersión de materiales volátiles representados en polvo y olores, producto de la descomposición de los residuos que se encuentran

expuestos en un área de 4.400 m² antes de ser enterrados, para cumplir con los valores mínimos admitidos de 10,000 m² (SDHT-CENAC, 2011).

El aislamiento de las celdas se hace para evitar que los lixiviados migren hacia los acuíferos y los contaminen. La operación óptima busca la eficiencia en el manejo diario, mediante una planificación ordenada que permita utilizar la mayor cantidad de área destinada para la disposición de los residuos; esto se logra con un control, pesando los residuos que ingresan en el relleno y hacer su cuantificación.

El material de cobertura puede provenir del sobrante de las excavaciones que se realizan internamente o de otras áreas aledañas, siempre y cuando no se encuentren muy retiradas porque la distancia incrementa los costos.



Imagen 4-5. Conformación de las terrazas de disposición. Se aprecian los mantos de cobertura de geomembrana y tierra para aislar la masa de RESU.

Fuente: el autor.

Al terminar la operación y alcanzar el nivel previsto, se recubre la celda con una capa de tierra, de entre 60 y 80 cm de espesor (imagen 4-6), que permite su aislamiento e impermeabilización, acondicionando el suelo para iniciar el proceso de restauración



Imagen 4-6. Aspecto que presenta la aplicación de la capa de tierra en el sello de la celda para luego iniciar el proceso de revegetalización.

Fuente: el autor

Para el Observatorio Ambiental de Bogotá (OAB), la gestión de disposición de residuos en el RYSDJ, viene precedida de una serie de problemas como es la disposición clandestina de escombros contaminados con materia orgánica, que para el año 2014, alcanzó las 252.573 toneladas; mientras que el volumen dispuesto en ese año, fue de 2'351.131,07 toneladas.

4.3.2. Gestión de lixiviados

Desde el inicio de la operación del RYSDJ, se conoció la problemática de los lixiviados que generaba, debido a la carga de materia orgánica, al alto contenido de nitrógeno y fósforo, sustancias tóxicas como metales pesados y constituyentes orgánicos, así como abundante presencia de patógenos; su volumen depende de las condiciones del clima puesto que presenta incrementos en su caudal en temporada de lluvias, Naveen BP,

Sitharam T G (2014). Según Giraldo (2001), en el relleno Doña Juana se presentó una producción inesperada de estas sustancias que aunada al desconocimiento de su capacidad contaminante, permitió su disposición directa al río Tunjuelo y generó la contaminación de su corriente (SDHT- CENAC, 2011). Este fenómeno puso en riesgo las comunidades cercanas que se han abastecido de este recurso durante muchos años, y además es un afluente de importancia del río Bogotá que afecta las condiciones ambientales y el ecosistema en general.

La calidad de los lixiviados depende de sus niveles de contaminación, que están asociados a la gama de compuestos que conforman la masa de residuos dispuesta (tabla 4-8).

Tabla 4-8. Composición fisicoquímica del lixiviado de la planta del relleno sanitario Doña Juana

Parámetros	Resultados (mg/l)	Resultados (mg/l)
Alcalinidad total	816	950
Arsénico	0,333	0,642
Cadmio	0,145	0,362
COT	1559	3037
Cianuro	0,1282	0,2324
Cloruros	2697	2984
Cromo total	0,69	0,75
DBO ⁵	1000	2500
Fenoles	0,86	0,99
Fluoruros	0,04	0,04
Fosfatos	11,39	23,6
Mercurio	0,09	0,11
Níquel	0,42	0,59
Nitrógeno total	26,4	45,5
Plomo	0,19	0,35
SST	936	1564
Sulfatos	417,5	613,4
Turbidez	16,46	0,62
Conductividad	20,63	20,2
pH (rangos)	8,33 – 8,37	8,35 – 8,36

Para los rellenos sanitarios en Colombia, las cargas no son seleccionadas ni separadas en la fuente, por lo cual la gama de contaminantes puede ser muy grande, según la tabla 4-9, Serrano (2006). Estos lixiviados pueden presentar tres etapas de maduración que según Giraldo (2001), corresponden al tiempo de su formación y presencia en el mismo:

el *lixiviado joven* posee el más alto grado de concentración y es el más contaminante por generarse en la etapa de disposición de los residuos; el *lixiviado maduro* que se genera en zonas clausuradas, con un periodo de formación de entre uno y cinco años, y el *lixiviado viejo* que se genera en zonas con más de cinco años de ser clausuradas. La principal diferencia entre los tres lixiviados, es el nivel de materia orgánica que contienen (González, 2008).

La alta productividad de lixiviado joven se debe a factores como las características y tamaño del área de relleno, las condiciones del tipo del sistema de drenaje y la calidad del aislamiento de las celdas; lo cual permite algún tipo de infiltración en el subsuelo, con altos contenidos de nitrógeno y amoníaco lo mismo que una baja concentración de fósforo y presencia de surfactantes que afectan el proceso biológico anaerobio de remoción de la DBO, Giraldo (2001), siendo un factor determinante para el deterioro de los acuíferos y de la corriente del río Tunjuelo.

El problema generado por la disposición de los lixiviados se debe a que estos contienen una gran concentración de contaminantes como patógenos, metales pesados, nutrientes y otros tóxicos; aspecto que dio pie para implementar una serie de acciones correctivas entre las cuales sobresale el uso de filtros, cuyos resultados no fueron los esperados pues el problema persistió, mientras que el sistema empleado fue el de su recirculación dentro de la masa de residuos, Sánchez (2006), que dependía del buen funcionamiento del sistema de drenaje para mantener el equilibrio entre la cantidad de líquido que entraba y que salía. Una falla en el sistema de evacuación de lixiviados produjo un aumento de la presión de líquidos y gases en los poros de la masa de residuos, lo cual generó cambios en las características del material, y dada la configuración geométrica del diseño, el material se tornó inestable y se produjo el derrumbe de la celda principal de la Zona II, en el año 1997, represando el río Tunjuelo y generando una catástrofe ambiental con repercusiones socioecológicas que aún persisten en menor proporción.

Toda la problemática expuesta sobre los lixiviados, dada las implicaciones ocasionadas al socioecosistema, entre las cuales sobresalen la afectación en la calidad de vida y el deterioro de la calidad del aire, suelos y del recurso hídrico, entre otros, así como el

desconocimiento hasta la fecha, de la dinámica interna generada en la masa de residuos, y que llevó a una toma de decisiones por parte de expertos en dinámica de fluidos que después de varios estudios, resultó con la construcción y puesta en operación en febrero de 2002, de una planta de tratamiento con el fin de aplicar procesos físicos, químicos y biológicos que permitieran cumplir con la norma de vertimiento de los líquidos tratados al río Tunjuelo (Cristancho, 2013).

Tabla 4-9. Relación de Compuestos contaminantes presentes en RYS Urbanos donde no se realiza la selección y control de los RESU

Fuente: Ministerio del Medio Ambiente. Resolución 189 de 1994.

1	- Antimonio y sus compuestos
2	- Arsénico y sus compuestos
3	- Asbestos en todas sus formas, incluyendo amianto
4	- Bario y sus compuestos
5	- Berilio y sus compuestos
6	- Cadmio y sus compuestos
7	- Carbonilos metálicos
8	- Cianógenos y sus compuestos
9	- Compuestos de cobre
10	- Compuestos aromáticos halogenados y no halogenados
11	- Compuestos inorgánicos de flúor
12	- Compuestos orgánicos halogenados, incluyendo los bifenilos policlorados y polibromados
13	- Cromo y sus compuestos
14	- Dibenzofuranos policlorados
15	- Dibenzoparadioxinas policloradas
16	- Éteres
17	- Fenoles compuestos fenólicos
18	- Fósforo y sus compuestos
19	- Fluoroacetato y fluoroacetamida
20	- Mercurio y sus compuestos
21	- Níquel y sus compuestos
22	- Peróxidos, cloratos, percloratos y nitratos orgánicos
23	- Piridinas y derivados
24	- Plomo y sus compuestos
25	- Plutonio y sus compuestos
26	- Selenio y sus compuestos
27	- Solventes orgánicos halogenados y no halogenados, incluyendo los usados y residuos de recuperación de los mismos
28	- Talio y sus compuestos
29	- Sustancias ácidas o básicas fuertes, con un pH menor o igual a 2.5, o mayor o igual a 11.5
30	- Telurio y sus compuestos
31	- Titanio y sus compuestos
32	- Vanadio y sus compuestos
33	- Zinc y sus compuestos
34	- Medicamentos vencidos
35	- Residuos de plaguicidas

La tabla anterior muestra los diferentes compuestos contaminantes, cuyas trazas se han evidenciado mediante estudios, en volúmenes de residuos sólidos no clasificados y no controlados.

La capacidad hidráulica de la planta está entre 8 y 13,9 l/s y un promedio de remoción de carga orgánica de 10,5 kg/día (imagen 4-7). Según datos técnicos (Castillejo 2011; UAESP 2011), el flujo promedio de lixiviado tratado está entre los 12,9 y 16 l/s, mientras que el caudal promedio de generación de lixiviado es de 23 l/s, con picos hasta de 35 l/s; lo cual ha requerido del uso de 10 pondajes o piscinas para el almacenamiento de excedentes UAESP (2013), (imagen 4-8).



Imagen 4-7. Vista de la planta de tratamiento de lixiviados del relleno de Doña Juana
Fuente: el autor

Los lodos producto de la planta de tratamiento de lixiviados (PTL), que para el caso, el término se emplea para identificar las partículas sedimentadas del tratamiento de las aguas residuales, incluidos procesos aerobios o anaerobios (Pantoja, 2014), son dispuestos en una celda especial donde se confinan y aíslan sin algún tipo de manejo (imagen 4-9).



Imagen 4-8. Aspecto que presenta el sistema de pondajes o piscinas de almacenamiento de lixiviados del RYSDJ.

Fuente: el autor



Imagen 4-9. Aspecto que presenta la celda de disposición de lodos producidos por la planta de tratamiento de lixiviados. Fuente el autor.

En la actualidad, para solucionar el problema que presentan estos lodos, se vienen desarrollado diferentes proyectos de investigación, patrocinados por la Universidad Militar Nueva Granada, en Bogotá (Colombia), para aportar en la construcción de conocimiento acerca de su gestión y posible uso como abono en el mismo relleno, aspecto de importancia en el proceso de restauración del mismo.

La planta desarrolla dos tipos de tratamiento, según los periodos climáticos del año, uno denominado *Completo* y otro *Alternativo* que dependen de las condiciones de producción de lixiviado del RSDJ, evitando que los pondajes se rebosen y puedan generar contaminación en los suelos y en las corrientes de agua cercanas (UAESP, 2013). Este proceso da cuenta de la forma como la complejización del tratamiento del problema, resulta beneficioso para el ecosistema.

El tratamiento *Completo* se desarrolla bajo condiciones normales de tiempo y clima; está constituido por procesos de tipo físico, químico, decantación, sedimentación secundaria, neutralización, predesnitrificación, filtración, cloración y el tratamiento biológico (Álvarez y Suárez, 2006).

El tratamiento *Alternativo* se desarrolla en dos formas según la necesidad.

- la primera vía es la aplicación de un tratamiento físico químico con decantador lamelar, necesario para eliminar los sólidos sedimentables (pesados y semipesados), cloración y filtración.
- la segunda vía es el tratamiento físico químico con sedimentación primaria, cloración y filtración.

Entre los parámetros físicos básicos presentes en el lodo proveniente de la planta de lixiviados y determinados para este estudio, se pudo establecer aspectos como su coloración café rojiza, la textura de tipo arenosa, de olor desagradable, el contenido de materia orgánica de un 32,91%, la densidad aparente de $1,2 \text{ gr x cm}^{-3}$ con base húmeda y presenta una humedad del 30,29 %; mientras que desde el punto de vista químico, en la tabla 4-10, se muestran los contenidos de metales pesados que respecto de la Norma US-EPA 40 CFR 503, cumplen con la misma.

Tabla 4-10 Resultados de los contenidos de metales pesados presentes en el lodo de lixiviado de la planta de tratamiento del RSDJ, frente a las normas NTC 5167 como a la US-EPA 40 CFR 503. Fuente el autor.

Elemento	Contenido en el Lodo Lixiviado RSDJ		US-EPA	NTC 5167
	mg/kg	µg/kg	mg/kg base seca	mg/kg base seca
Cobalto (Co)	N.D.		No regulado	No regulado
Cromo (Cr)	98,28		3000	1200
Plomo (Pb)	8,52		840	300
Cadmio (Cd)	5,55		85	39
Arsénico (As)	0,390	390,5	75	41
Mercurio (Hg)	0,104	104,4	57	17

La tabla anterior muestra que los valores de metales pesados, presentes en los lodos de la planta de tratamiento de lixiviados del relleno Doña Juana, presentan niveles inferiores a los límites máximos establecidos en las norma US-EPA 40 CFR 503 y en la norma técnica colombiana NTC 5167.

De igual manera, se pudo evidenciar mediante análisis de laboratorio, los valores para macroelementos descritos en la tabla 4-11, así como de los microelementos en tabla 4-12, contenidos en la muestra.

Tabla 4-11. Resultados de los contenidos de macroelementos presentes en el lodo de lixiviado de la planta de tratamiento del RSDJ. Fuente el autor.

Variable	Base Húmeda (%)	Base Húmeda (kg/t)
Nitrógeno Total (N):	3,07	4,40
Fósforo (P):	0,58	0,83
Potasio (K):	1,67	2,40
Calcio (Ca):	10,30	14,77
Magnesio (Mg):	0,98	1,40
Sodio (Na):	1,115	1,600

Los resultados anteriores corresponden a estudios realizados al lodo de lixiviado que permitieron evidenciar que los valores de metales pesados presentes en las muestras, se encuentran en niveles inferiores a los requeridos por las normas NTC 5167 y US-EPA 40 CFR 503; lo cual permite deducir en un inicio, que el lodo podría ser utilizado como abono.

Tabla 4-12. Resultados de los contenidos de microelementos presentes en el lodo de lixiviado de la planta de tratamiento del RSDJ. Fuente el autor.

<i>Variable</i>	<i>Unidades</i>	<i>Base Húmeda</i>
pH (Reacción de Acidez)	-logH+	8,50
Carbono Orgánico	%	15,17
Materia Orgánica	%	32,91
Relación C:N	p:p	4,94
Conductividad Eléctrica	dS/m	20,20

En la tabla anterior, se muestra que para un *pH* básico evidenciado de 8,5, se indica que aún quedan residuos por degradar; presentando una elevada producción de sustancias amoniacales como producto de la descomposición. Esto se ratifica con la elevada producción de CO_2 , que debe disminuir cuando el abono esté maduro y estable, para iniciar su aplicación al sello del relleno e iniciar un proceso de sucesión secundaria, en un sistema complejo adaptativo que permita ocupar los espacios que el ecosistema brinda con sistemas inducidos.

4.3.3. Gestión del aire

La generación de gases es un proceso inevitable en la gestión del relleno puesto que funciona como un biorreactor donde los espacios vacíos de la masa de residuos se llenan de oxígeno y permiten que los microorganismos aeróbicos, fuente inicial de la descomposición aeróbica, consuman el O_2 que ha quedado en contacto con la MO biodegradable, generando la liberación de CO_2 y de vapor de agua junto con el aumento de la temperatura, producto de la actividad microbiana (Moreno y Moral, 2008).

La actividad microbiana también se puede producir en ausencia de oxígeno, a lo cual se denomina descomposición anaerobia; esta actividad además de generar temperaturas bajas, produce una mezcla de gases compuesta principalmente, por metano, dióxido de carbono, vapor de agua e hidrógeno.

Esta mezcla gaseosa se puede evidenciar en diversas actividades; en la minería del carbón se conoce como *gas grisú*; en los yacimientos de petróleo como *gas natural*; en los cementerios es el responsable de los denominados *fuegos fatuos*; en el proceso de depuración de aguas residuales como en la eliminación de residuos urbanos en rellenos sanitarios, este gas se conoce como *biogás o gas de vertedero*, cuya composición se evidencia en la tabla 4-13 (Martín, 1997; Pinzón, 2010).

El biogás tiene la característica de ser un poco más liviano que el aire; está compuesto por una mezcla porcentual de metano CH_4 en un 60% y de dióxido de carbono CO_2 , en un 40%, y contiene una cantidad mínima de otros gases como el ácido sulfhídrico H_2S (Colmenares y Santos, 2007); de igual manera, la temperatura de la llama puede alcanzar los 870 °C.

Tabla 4-13 Composición del biogás generado durante la fermentación de los residuos, con base en el volumen seco.
 Fuente: <http://www.miliarium.com/>

<i>Compuesto</i>	<i>Porcentaje</i>
Metano (CH_4)	45 – 60 %
Dióxido de carbono (CO_2)	40 – 60 %
Nitrógeno (N)	2 – 5 %
Oxígeno (O_2)	0,01 – 1 %
Sulfuros, disulfuros, mercaptanos, etc.	0 – 1 %
Amoniaco	0,01 – 1 %
Hidrógeno (H)	0 – 0,2 %
Monóxido de carbono	0 – 0,2 %
Gases en cantidades traza*	0,01 – 0,6 %

*Diclorometano, tolueno, acetona, acetato de vinilo, etilbenceno, etc.

Una constante del proceso de fermentación y descomposición de los residuos en los rellenos, es la formación de biogás- y está en función de una serie de factores sobre los cuales se puede actuar para mejorar las reacciones de fermentación, lo mismo que aumentar el tiempo de retención Gómez (2004), pero esto no es aplicable a la mayoría de los factores Colmenares y Santos (2007). Los gases generados por los vertederos a cielo abierto o por el relleno sanitario, son considerados como una importante fuente de GEI debido a su composición y contenido, , con los respectivos efectos sobre los socioecosistemas que el calentamiento climático presenta.

La formación de los gases al interior de un relleno sanitario, está condicionada a factores endógenos de la masa de residuos, así como a la cantidad, tipo y edad de los mismos; de igual manera al *pH*, al contenido de humedad, la cantidad de microorganismos presentes y a los nutrientes Colmenares y Santos (2007), aspectos que inciden en la descomposición bacteriana y en las reacciones químicas y la volatilización de los gases.

La descomposición del carbono contenido en la masa de residuos, varía según su velocidad de degradación que para Serrano (2006), se da en tres etapas y están estrechamente ligadas al tiempo que perdure la descomposición así:

Descomposición rápida: 1,5 a 2 años – residuos de alimentos y vegetales

Descomposición media: 5 a 10 años – residuos de alimentos y vegetales

Descomposición lenta: 10 a 20 años – residuos de cartón, madera y cuero

La actividad bacteriana da inicio al momento cuando los residuos orgánicos son depositados y cubiertos con tierra; para dar cabida a la acción de las bacterias que desarrollan su labor en cinco fases, figura 4-14, según la ATSDR (2001), cada una presenta diferente dinámica y permite variaciones en la composición del gas Pinzón (2010).

- **Primera fase:** corresponde a la actividad bacteriana aerobia, donde solo pueden vivir en presencia del oxígeno que se presenta como subproducto del dióxido de carbono CO_2 . El contenido de nitrógeno presenta niveles altos, pero disminuye a medida en que se desarrolla la fase, hasta agotar el contenido de oxígeno. La fase puede durar desde días hasta meses, dependiendo de la cantidad de residuos y del tamaño de los espacios intersticiales que queden entre las partículas después de la compactación.
- **Segunda fase:** inicia una vez agotado el oxígeno, cuando comienza una etapa anaerobia, en la cual las bacterias transforman las condiciones del vertedero en altamente ácido, generando ácidos acético, láctico y fórmico; de igual manera, se generan alcoholes como metanol y etanol. Como subproducto de este proceso, se genera dióxido de carbono e hidrógeno.

Las *Fases I y II* pueden durar períodos que van desde varias semanas hasta dos años o más, dependiendo de las condiciones climáticas del sitio de disposición, donde las altas temperaturas en el ambiente, la alta compactación como la disposición de residuos en capas delgadas y celdas pequeñas, son aspectos que favorecen el proceso de biodegradación, que es un mecanismo para transformar los productos químicos en inorgánicos, reduciendo el tiempo transcurrido para esta fase CMAA (2003).

- **Tercera fase:** se inicia cuando algunas bacterias anaerobias consumen los ácidos orgánicos formados en la fase dos, haciendo que el ambiente del vertedero adquiera características neutras, propias para que el metano comience a generarse mediante una relación simbiótica entre las bacterias acidogénicas que producen compuestos indispensables para las bacterias metanogénicas, las cuales a su vez, consumen el dióxido de carbono y el acetato altamente tóxico para las acidogénicas.
- **Cuarta fase:** inicia cuando la tasa de producción de gas del vertedero comienza a ser constante por un periodo de 20 años aproximadamente; sin embargo, seguirán emanando gases por espacio de 50 años después de que el residuo haya sido dispuesto en él (Crawford y Smith, 1985).

Las *Fases III y IV* tienen una duración aproximada de unos cinco años, y dependen de la operación del RYS y en particular, de la cantidad de humedad de los residuos sólidos

dispuestos, debido a que con un alto contenido de humedad, se incrementan significativamente las reacciones biológicas y se reduce el tiempo transcurrido en estas fases, por lo tanto, aumentará la cantidad de biogás generado con el tiempo.

- **Quinta fase:** en esta fase, la producción de metano CH_4 y de dióxido de carbono CO_2 comienza a disminuir, aumentar la producción de nitrógeno e infiltrarse de aire atmosférico, introduciendo condiciones aeróbicas al sistema (Camargo y Vélez, 2009).

La Fase V puede tener una duración de varias décadas o incluso siglos, lo cual permite que los residuos dispuestos logren su estabilización. Esta fase depende en gran medida, de las acciones adoptadas en la operación del relleno sanitario, para garantizar el aumento de su vida útil.

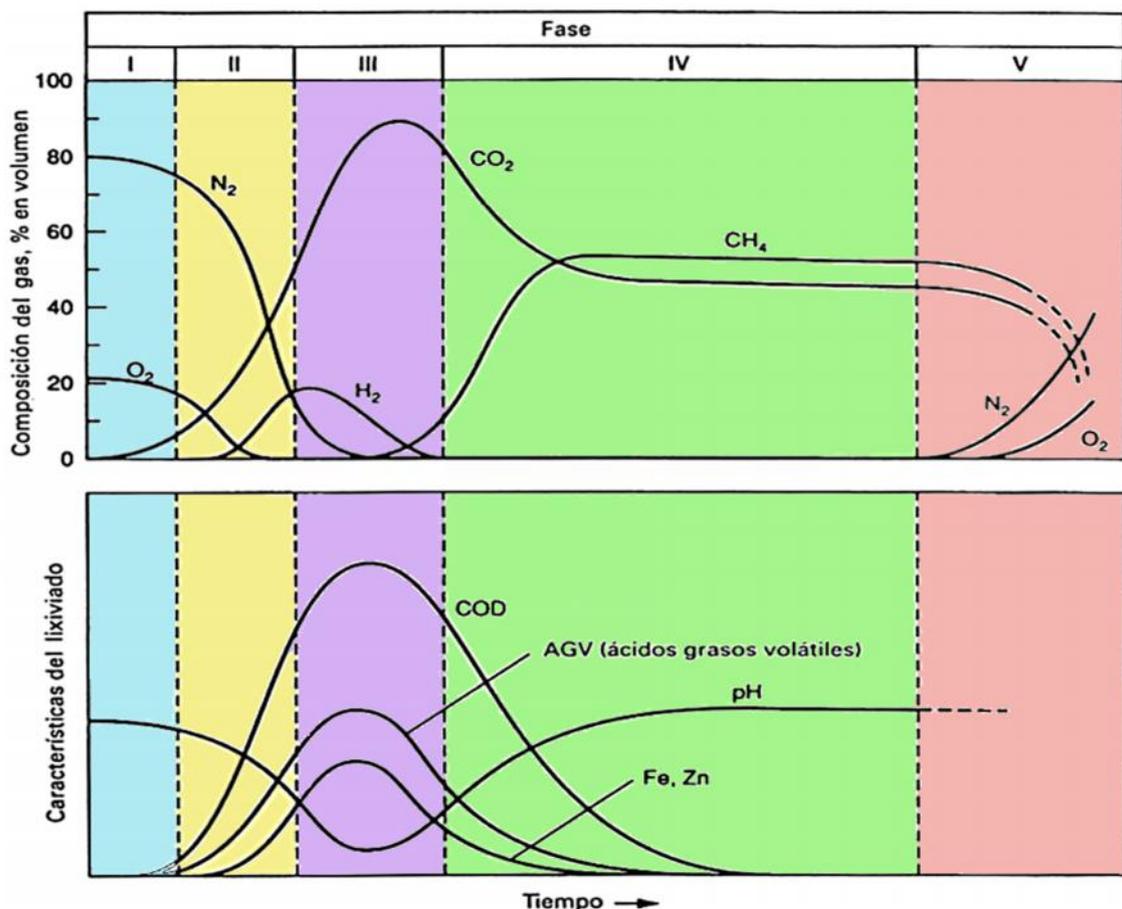


Figura 4-14. Caracterización del desarrollo de las fases, duración y generación de los GEI en un RYS. Fuente EPA (2014)

Las reacciones químicas que se producen al interior del relleno, dan origen a la formación del gas y de los *compuestos orgánicos no metánicos* o *NMOC*. Otro proceso de formación de los gases es la *volatilización* de los gases que se da cuando ciertos desperdicios, en particular compuestos orgánicos, sean líquidos o sólidos, se transforman en vapor. Los *NMOC* en gas de RYS, pueden ser el resultado de volatilización de ciertos productos químicos dispuestos en el RYS.

Entre algunos aspectos que determinan y condicionan la generación del biogás que se puede formar en un relleno, se encuentran:

- *La antigüedad de los residuos* influye en la producción de los gases cuya generación se inicia a los pocos meses de la disposición de los residuos en el relleno, y donde la mayor producción de gas se genera entre cinco y siete años después de disponer los residuos en el vertedero.
- *El contenido de humedad* depende de las características del clima; en condiciones no saturadas, aumenta la producción de gas porque promueve la descomposición bacteriana, así como reacciones químicas que producen gases. En lugares secos, el proceso de fermentación se reduce e incluso, el residuo se llega a transformar.
- *La forma física del residuo* cuando el proceso de fermentación se puede incrementar, si está triturado.
- *Presencia de sustancia inhibidora de la descomposición* que puede afectar la eliminación de residuos como los metales pesados y sulfitos.
- *La presencia de oxígeno en el vertedero* es una limitante para iniciar la etapa de generación del metano.
- *La temperatura* del vertedero también es una variable que permite la generación de gases, porque su aumento en el vertedero, puede incrementar la tasa de volatilización y reacciones químicas, la cual varía en gamas mesofílicas de 30 a 38° C y las termofílicas entre 55 y 60°C.

- *La compactación de los residuos* que aunada a climas secos, reduce el grado de fermentación de los residuos.

Analistas como González (1990), estimaron que el 70% de los residuos que se depositaban en vertederos a cielo abierto, producen dióxido de carbono CO_2 y metano CH_4 en su descomposición de carácter aeróbico; sin embargo, sus cantidades emitidas no se han cuantificado de forma sistémica y donde la metodología del IPCC, en concepto del autor y de manera equivocada, recomienda no contabilizar los gases emitidos por esta práctica.

Aunque la generación de residuos *per cápita*, varía de ciudad a ciudad, varios estudios como el adelantado por Collazos (2001), determinó que el promedio generado para Colombia es de 0.8 kg/persona/día, y estableció también que el 46,8% de estos residuos son depositados en el relleno sanitario, según la OMS/OPS y el Banco Mundial.

La permanencia en el tiempo de los GEI, se estima a partir de la vida media del CH_4 en la atmósfera de 12 años, mientras que el CO_2 permanece más de 120 años según el IPCC (2007), y para el óxido nitroso N_2O de 120 años. Así, el CH_4 con un alto poder de absorción de las radiaciones y su vida corta, hace que tenga un impacto inmediato en el cambio climático (Barros, 2006), tabla 4-14. El hecho de que tanto el N_2O y el CO_2 tengan un periodo de duración superior a los 100 años, rompe el paradigma de que estas emisiones se podrían reducir a cero en algún momento.

Tabla 4-14. Tiempo de permanencia en la atmósfera de los GEI según su composición Fuente: IPCC, 2001, Syntesis Report, p. 189, Serrano (2006)

Biogás	Tiempo de vida en la atmósfera	GWP, Horizonte en 20 años	GWP, Horizonte en 100 años	GWP, Horizonte en 500 años
CO_2	50 - 200	1	1	1
CH_4 *	12	56	21	65
N_2O	120	280	310	170
SF_6 Hexafluoruro de azufre	3200	16300	23900	34900

* El GWP (Potencial de calentamiento bruto) para el metano incluye los efectos indirectos de la producción de ozono troposférico y la producción de vapor de agua estratosférico.

El biogás generado en los rellenos sanitarios puede presentar riesgo de explosión en una concentración volumétrica mayor o igual al 5%; al mismo tiempo, es altamente fumígeno y tóxico según sea su caracterización y el tiempo de exposición (Serrano, 2006; Colmenares y Santos, 2007; Ómar y Rohani, 2015). La importancia de la recolección del biogás y su incidencia en el calentamiento global, por su carácter de gas de efecto invernadero, se deduce del índice de calentamiento o índice *Gross Warming Potential* (GWP). Si el GWP para el CH_4 en un periodo de 100 años es de 21, significa que 1 millón de toneladas de CH_4 generadas, sean equivalentes a 21 millones de toneladas de CO_2 (e) o su equivalente (IPCC, 2001).

La falta de atención que se ha tenido sobre la generación de los gases en los RYS de Colombia, es un factor que no ha permitido que su desgasificación controlada sea un factor predominante en la operación de los rellenos nacionales; donde el porcentaje de desgasificación depende del tipo de relleno (tabla 4-15).

Poder estimar las emisiones contaminantes del biogás, es un factor que genera una expectativa desde el punto de vista ambiental y económico, si se tiene en cuenta el impacto que generan, y si se mira el potencial mediante su almacenamiento y uso energético.

Tabla 4-15. Porcentaje de gas que se puede captar según el tipo de relleno.
Fuente: Roben (2002).

<i>% de Gas que se puede captar</i>	<i>Tipo de relleno</i>
0	Relleno sin ningún tipo de sistema de drenaje de gas
10 - 20	Relleno con sistema de drenaje puntual pasivo, mal compactado y sin cobertura suficiente
25 - 50	Relleno con sistema de drenaje activo, mal compactado y sin cobertura suficiente
30 - 60	Relleno con sistema de drenaje pasivo, bien compactado y con cobertura suficiente
40 - 70	Relleno con sistema de drenaje activo, bien compactado y con cobertura suficiente
70 - 100	Relleno cerrado con taludes y capa de sello impermeable, bien compactado y con drenajes pasivos y activos

Si no se realiza su manejo de forma adecuada, los gases de vertedero son inflamables y explosivos, y se pueden disponer dentro del relleno e invadir sistemas de alcantarillado. El CH_4 es explosivo en concentraciones de 5 - 15% en volumen e inflamable en concentraciones mayores al 15%, mientras que el biogás requiere mayores concentraciones para ser inflamable o explotar. Para evitar su concentración, se recurre a su evacuación mediante *sistemas de drenaje activo o pasivo*. El sistema activo es el más eficiente y consiste en un proceso de succión del gas por medio de un extractor, mientras que el sistema pasivo consiste en controlar la difusión del gas para que salga por los tubos de aireación o chimeneas.

En el caso colombiano, los usos que se le pueden dar al biogás son variados, desde un uso con fines térmicos o en reemplazo del gas natural para uso doméstico; en el lugar del relleno se apoyarían procesos como el de evaporación de los lixiviados, en el horno de secado de los lodos producidos en la planta de tratamiento de los lixiviados. Hacia el año 2008, se inició una campaña para utilizar el biogás generado por los RYS en Colombia y a la cual adhieren siete rellenos (tabla 4-16), entre los cuales se encuentra el RYSDJ, con un potencial de 5'386.008 t de CO_2e para un periodo estimado de siete años, buscando una reducción estimada de 827.384 t de CO_2e .

Tabla 4-16 Proyectos aprobados en RYS de Colombia, para el aprovechamiento energético del biogás. Fuente Serrano, (2010)

Nº	Nombre del Proyecto	Municipio	Departamento	Potencial total (ton CO_2e) para 7 años	Reducción estimada anual	Fecha de Aprobación
1	Manejo de gas en los RYS de Curva de Rodas y Pradera	Área Metropolitana de Medellín	Antioquia	1.123.057	180.437	Abril 29 de 2008
2	Recuperación y combustión del biogás generado en el RYS La Esmeralda	Manizales	Caldas	285.759	40.823	Abril 29 de 2008
3	Captación, tratamiento y aprovechamiento del biogás proveniente del RYS Doña Juana	Bogotá	Cundinamarca	5.386.008	827.384	Junio 17 de 2008
4	Recuperación y combustión del biogás generado en el RYS El Guayabal	Cúcuta	Norte de Santander	1.111.738	158.819	Mayo 30 de 2008
5	Proyecto de desgasificación del RYS Antanas	Pasto	Nariño	160.000	22.857	Marzo 10 de 2008
6	RYS de Pingüa en Tunja Boyacá	Tunja	Boyacá	131.332	18.762	Noviembre 11 de 2008
7	Parque ecológico pradera del Magdalena	Girardot	Cundinamarca	218.446	31.207	Diciembre 23 de 2008

La tabla anterior muestra los proyectos aprobados en el 2008 para el aprovechamiento del biogás generado por algunos rellenos sanitarios en Colombia. Con el número 3 se evidencia la aprobación dada el RYSDJ para el mencionado aprovechamiento.

En la actualidad, la Zona II del área 2, cuenta con un sistema activo de biogás, mientras que el resto del relleno cuenta con un sistema pasivo de venteo conformado por chimeneas de gavión y tubería de PVC perforadas (imagen 4-10); la Zona VIII cuenta con un sistema de 106 chimeneas en gavión, 110 en PVC, mientras las Zonas VII y de Optimización cuentan con las chimeneas en gavión que encierran una tubería HDPE de 6", y conectan el lecho de drenaje con la superficie, según el informe de (SCS, 2007).

Este potencial de producción fue determinante para el montaje de una planta generadora de energía (imagen 4-11), que en la actualidad, produce 640 kilovatios/hora; se está trabajando en una ampliación que permita generar 18 megavatios más.



Imagen 4-10 Aspecto que presenta el sistema pasivo de chimeneas en PVC correspondiente a la Zona IV
Fuente: el autor.

El relleno sanitario Doña Juana ofrece la opción de utilizar el biogás que gene, de dos formas: 1- como combustible en procesos propios, tales como la evaporación de los lixiviados o en industrias aledañas al relleno. 2- para generar energía eléctrica.



Imagen 4-11. Aspecto que presenta la planta de generación de energía del RYSDJ.
Fuente: UAESP

De estas dos opciones, solo se está aplicando la segunda. Las alternativas cuentan con un sistema activo para extraer y almacenar el biogás, que corresponde a una estructura conformada por pozos verticales intercomunicados que llevan el gas hasta un quemador de salida, cuando el biogás no se está aprovechando.

La operación de la planta se realiza por fases: en la primera, se captan los gases que se generan en la zona de disposición, mediante un sistema activo de pozos de extracción vertical e intercomunicados, para luego ser transportados hacia la planta por medio de un sistema de succión, que hace circular parte del biogás hacia unas antorchas donde se quema y efectúa una reducción del metano.

Otra fase es el tratamiento y aprovechamiento del biogás, que consiste en hacer una limpieza del biogás mediante el filtrado y enfriamiento para luego ser utilizado en el proceso de generación de energía eléctrica como combustible para el funcionamiento de la planta. El generador actual tiene un consumo de 300m^3 , lo cual deja un excedente de 11.000m^3 para ser entregado a las industrias que operan en el sector.

Es importante entender que los sistemas de captación de gases instalados en un relleno sanitario, no recogen la totalidad de los gases generados en todo el cuerpo del mismo, pues se puede llegar a un 85% de eficiencia máxima Gómez (2004), en relación con factores como:

- La morfología del vertedero, donde la forma de disposición de los residuos es de gran importancia
- Las características del sellado
- La forma como están construidas y distribuidas las estructuras de captación del gas.
- La posible existencia de áreas no cubiertas por el sistema de captación.
- El tipo de redes de evacuación
- La circulación del gas en el vertedero
- Las características del sellado en las estructuras de evacuación.

4.3.4. Gestión social

La gestión social desarrollada en el sector, se ha orientado a la de la comunidad cercana al RYSDJ, buscando minimizar sus niveles de vulnerabilidad, entendida como la interacción dinámica de factores ambientales, económicos y sociales que convergen sobre una comunidad específica, generando un bloqueo o incapacidad de respuesta ante una perturbación. Lo anterior pretende mejorar el nivel de vida de la comunidad así como recuperar y restablecer los ecosistemas circundantes. La gestión social se encuentra enmarcada en normas tales como los Decretos 610 de 2000 y 312 de 2006, Resoluciones CAR 2133 de 2000, y 2211 y 2791 de 2008 (SDHT-CENAC, 2011).

Para Ríos (2010), la dinámica demográfica generada por las características de la población residente en la zona, hace que las condiciones de vulnerabilidad agraven su situación, teniendo en cuenta que familias con muchos miembros, tendrán mayor dificultad para superar las perturbaciones que las familias de pocos miembros. Para el PNUMA (2002), la vulnerabilidad representa la interfaz entre la exposición a amenazas físicas contra el bienestar humano, así como la capacidad de las personas y comunidades, para controlar tales amenazas. Las evaluaciones de vulnerabilidad pueden ser elaboradas para las poblaciones y para los sistemas ambientales que proporcionan servicios de los ecosistemas, como es el caso del área de estudio.

En las evaluaciones se debe determinar la ubicación y cercanía al área del proyecto de esa población vulnerable. La amenaza a su bienestar es verse afectada por las emanaciones de GEI producidas por el RYSDJ, y el grado de vulnerabilidad asociado con el estrato socioeconómico de la población y los riesgos generados por la capacidad ambiental para proporcionar servicios de los ecosistemas. Es así como los pasos preventivos que se pueden tomar para mejorar las condiciones ambientales, se deben orientar a reducir los efectos negativos de las acciones sobre el medio ambiente, tales como la deforestación, la tala y las quemas en el sector, lo cual lleva a estimar, según proyecciones de la Secretaría Distrital del Ambiente de Bogotá, que para el año 2008, la ciudad generó 13 millones de toneladas de CO_2e , producido en su mayoría, por el parque automotor en un 62%, mientras que el sector industrial generó un 30% (SDA, 2011).

El RYSDJ se encuentra cercano a la unidad de planeamiento zonal o UPZ Monte Blanco, con una extensión de 696 ha y localizada en el sector sur de la localidad de Ciudad Bolívar; se clasifica como una unidad de tipo 8 ó de predominio dotacional, SDP (2011), ya que su destinación es producir equipamiento urbano de manejo especial; sin embargo, en ella se presenta un área residencial constituida por 92 manzanas hacia el lado oriental del relleno y las zonas rurales están dedicadas a la agricultura y la explotación de canteras.

Las unidades urbanas de concentración poblacional que se consideran influenciadas por el RYSDJ, están constituidas por los barrios Lagunitas, La Esmeralda, Barranquitos y Paticos del sector de Mochuelo Bajo y las veredas Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo, de la localidad de Ciudad Bolívar, así como los barrios Granada Sur y Quintas del Plan Social de la localidad de Usme (SDHT- CENAC, 2011).

Los barrios Quintas del plan social y Granada Sur, de la localidad de Usme, tienen más de 20 años de conformación SDP (2011); cuentan con cobertura de servicios públicos, cuyo suministro de agua potable lo reciben de la ciudad de Bogotá y presentan problemas de impacto ambiental, generados por la actividad minera sobre la ronda del río Tunjuelo, y también sufrieron afectación por el vertido del RYSDJ el 27 de septiembre de 1997.

El Mochuelo Bajo cuenta con cobertura de servicios básicos, más el agua proveniente del acueducto veredal que no presenta el tratamiento adecuado; además, presenta problemas en la calidad de sus viviendas que se han visto afectadas por la operación de las canteras y por la contaminación generada por el RYSDJ. El sistema de vivienda corresponde a la modalidad unifamiliar. El Mochuelo Alto se encuentra en la zona de expansión del RYSDJ, con una afectación moderada por los olores generados por el relleno, pero con una gran incidencia de vectores como ratas, moscas y otros insectos que presentan una amenaza para la salud de la comunidad. Al igual que en Mochuelo Bajo, el tipo de vivienda es unifamiliar.

La gestión del RYSDJ generó una serie de conflictos ambientales que auspiciaron la participación de diversos actores, según la SDHT y CENAC (2011), conjuntamente con las autoridades administrativas y ambientales, con el fin de realizar seguimientos a la problemática dada por la gestión de los residuos, aspecto que ha tenido diversas etapas concebidas por los cambios en el operador del relleno que para octubre de 2009, fue asumido temporalmente, tanto en la operación del mismo como en el tratamiento de los lixiviados, por la empresa Aguas de Bogotá, para luego ser entregado en 2010, al Consorcio Brasileño Centro de Gerenciamiento de Residuos Doña Juana S.A; E.P.S - CGR Doña Juana y operador actual (SDP, 2015).

La condición habitacional del sector de Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo, se caracteriza por presentar ocupación del espacio con un promedio de 20 años en el sector, de los cuales llevan en promedio 16 años ocupando la misma vivienda. En igual forma, el porcentaje más alto por sistema de arriendo se encuentra en esta zona, llegando a un 62%; mientras que hay una gran presencia de ocupantes de hecho o invasiones, según (SDHT y CENAC, 2011). Una característica de estos barrios es el cambio en la composición de los hogares, lo cual genera un alto grado de hacinamiento que para el año 2014, llegó al 4.4, pues las familias comparten espacios como la cocina, el baño, el patio, la terraza y el teléfono. Entre los aspectos sociales más relevantes, se encuentran los problemas de contaminación o perturbaciones, manifiestas por la comunidad y atribuidos al desarrollo de la gestión en el RYSDJ, teniendo en cuenta la predisposición de la comunidad a vivir cerca del relleno y entre la cual se cuentan los malos olores, la presencia de partículas contaminantes en el aire, proliferación de insectos y roedores que han venido generando impactos sobre la comunidad como se aprecia en la tabla 4-17.

Tabla 4-17. Perturbaciones generadas sobre la comunidad cercana al RYSDJ, comparativo 2009 – 2014. Fuente: SDHT-CENAC. Convenio de Asociación 082/2014.

Tipo de Perturbación	Proporción de hogares afectada	RYSDJ como causante principal		Tiempo en que el hogar reaccionó		Problema solucionado	
	2009 a 2014	2009	2014	2009	2014	2009	2014
Cercanía a aguas estancadas o contaminadas	Aumentó	NO	SÍ	Mes 1	No actuaron	No	No
Quemas o incendios forestales	Disminuyó	NO	SÍ	Mes 1	Mes 1	No	Parcial
Avalancha, derrumbes, deslizamientos	Aumentó	SÍ	NO	Mes 1	Mes 1	No	SÍ
Inundaciones, desbordamientos, crecientes	Aumentó	NO	NO	Mes 1	No actuaron	Parcial	No
Contaminación del aire por partículas (polución)	Aumentó	SÍ	SÍ	Mes 1	Mes 1	No	No
Heladas	Aumentó	NO	NO	Mes 1	Mes 1	Parcial	No
Ruido	Aumentó	NO	NO	Mes 1	No actuaron	No	No
Malos olores	Disminuyó	SÍ	SÍ	Mes 1	Mes 1	No	Parcial
Insectos	Aumentó	SÍ	SÍ	Mes 1	Mes 1	Parcial	Parcial
Roedores	Aumentó	SÍ	SÍ	Mes 1	2 a 6 meses	No	Parcial
Impacto visual	Aumentó	NO	SÍ	Mes 1	2 a 6 meses	No	Parcial

La tabla anterior muestra las características de las perturbaciones generadas por el RYSDJ durante el periodo 2009-2014, evidenciando que en varios de los casos se hace responsable al relleno por problemas detectados; de igual manera se aprecia que en la mayoría de los casos no se aprecia ningún tipo de actuación por parte de este.

Se resaltan las manifestaciones de la comunidad sobre la disminución en los últimos años, de factores de contaminación o perturbaciones que fueron atribuidas al RYSDJ en su momento, así como la presencia de avalanchas y deslizamientos, el ruido, los malos olores, la presencia de insectos, artrópodos y roedores y la afectación del paisaje (SDHT y CENAC, 2011).

4.3.5. Características de los suelos de cobertura del sello

Los suelos muestran gran variedad de aspectos, fertilidad y características químicas, en función de los materiales minerales y orgánicos que lo forman. El color es uno de los criterios más simples para calificar las variedades del suelo. La regla general, aunque con excepciones, es que los suelos oscuros son más fértiles que los claros. La oscuridad suele ser el resultado de la presencia de grandes cantidades de humus. A veces, sin embargo, los suelos oscuros o negros deben su tono a la materia mineral o a humedad excesiva; en estos casos, el color oscuro no es un indicador de fertilidad (Thompson *et al.* 2002; Porta *et al.* 2005).

La conformación del perfil del suelo en el relleno, presentado en la figura 4-15, es el resultado de la disposición de un suelo de cobertura, donde no se tienen caracterizaciones de su origen, llegando a presentar un horizonte A, con algo de contenido de materia orgánica, proveniente de los residuos orgánicos emplazados en la superficie, donde para Thompson *et al.* (2002), los materiales que se descomponen con facilidad, tienden a emigrar, dejando concentraciones de materia orgánica y minerales, lo cual es de vital importancia para el crecimiento de plantas, ya que al descomponerse lentamente, no sirven como fuente de nutrientes.

Los suelos más fértiles han sufrido menos meteorización y contienen todavía, minerales que se descomponen con rapidez, liberando cada año nutrientes en abundancia con un horizonte B, con alto contenido de arcillas y arenisca hasta una profundidad de 80cm y un horizonte C separado de B por una membrana plástica impermeable que aísla el horizonte D donde se encuentran los RESU compactados.

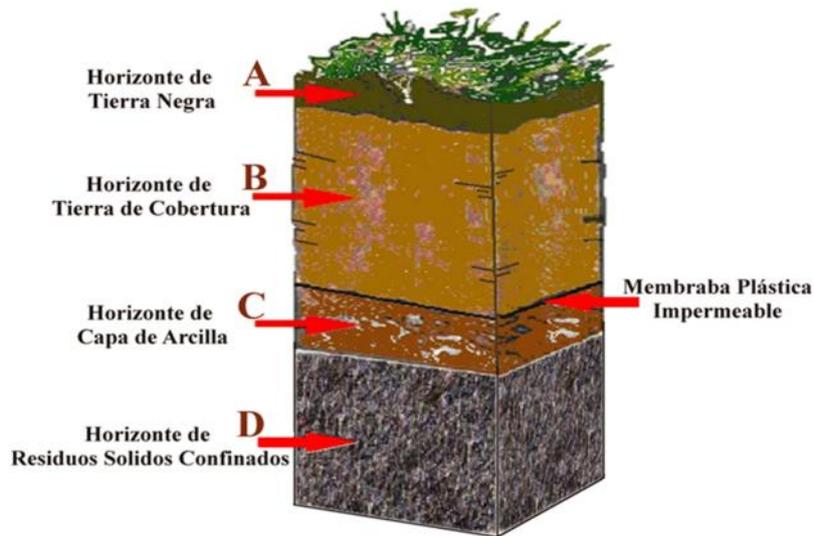


Figura 4-15. Corresponde a un corte del perfil que conforma el sello del relleno. Fuente: el autor

La textura general de un suelo depende de las proporciones de partículas de distintos tamaños que lo constituyen, clasificándose en *arena*, *limo* y *arcilla*; sus propiedades fisicoquímicas dependen de la proporción que contenga partículas de tamaño pequeño, según FAO (2000); Thompson y Troeh (2002).

En el caso de la capa de cobertura final y de la tierra nativa de la zona del RYSDJ, está compuesta como se muestra en la figura 4-16, de una mezcla variable en sus porcentajes relativos, principalmente por arena y limo, con una proporción más baja en la proporción de arcilla, que la evidenciada en las muestras tomadas en el área no intervenida. El componente orgánico ejerce una profunda influencia en casi todas las facetas de la naturaleza del suelo, al igual que la arcilla, y ayuda a mejorar la capacidad de almacenamiento de agua y nutrientes, lo cual es importante si se tiene en cuenta, la limitación que presentan los suelos arenosos Suárez (1979); Thompson y Troeh (2002),

y en la figura 4-17, se muestra la proporción de materia orgánica presente en las muestras.

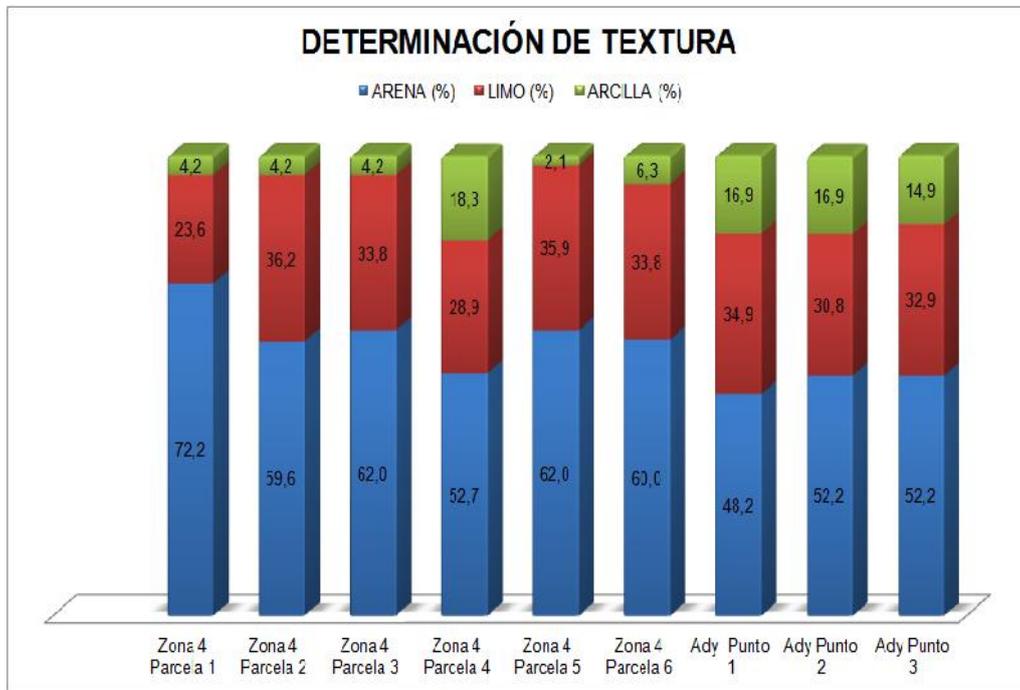


Figura 4-16. Textura de los Suelos del RYSDJ. Fuente: el autor

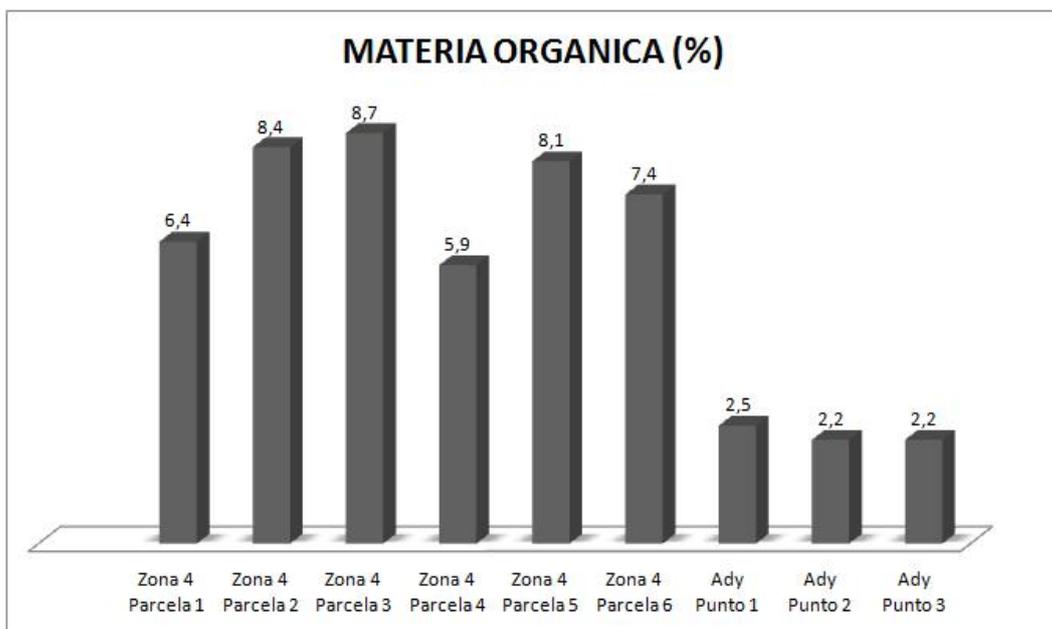


Figura 4-17. Porcentaje de Materia Orgánica. Fuente: el autor.

En suelos arenosos, las partículas de arena tienen diámetros entre 2 y 0,05mm, las de limo entre 0,05 y 0,002mm, y las de arcilla son menores de 0,002mm. En general, las partículas de arena pueden verse con facilidad y son rugosas al tacto. Los suelos arenosos presentan ventajas y desventajas, desde el punto de vista agronómico; en realidad, se perciben más como desventajas, puesto que una sola de las características de este tipo de suelo, es causa de varios inconvenientes; se trata simplemente de la baja o casi nula posibilidad de retención de líquidos que posee el suelo arenoso (Labrador, 2002). En consecuencia, se transforman en suelos empobrecidos, donde sólo sobreviven con comodidad, aquellas especies capaces de auto almacenar sus reservas de agua, por ejemplo: las suculentas. Pero una ventaja que se le reconoce al suelo arenoso, es que no se inunda ni anega jamás, y eso otorga algunas ventajas en otros aspectos (Kreuter, 2005).

En suelos limosos, las partículas de limo apenas se ven sin la ayuda de un microscopio y parecen harina cuando se tocan; es un tipo de suelo muy compacto, sin llegar a serlo tanto como el arcilloso. Estos suelos son el resultado de la sedimentación de materiales muy finos arrastrados por las aguas o depositados por el viento, suelen presentarse junto a los lechos de los ríos y son muy fértiles (Labrador, 2002; Kreuter, 2005).

En suelos arcillosos, las partículas de arcilla son invisibles si no se utilizan instrumentos, y forman una masa viscosa cuando se mojan. Están mayoritariamente compuestos por el mineral conocido como arcilla. Esto los convierte en un suelo de textura pesada, pegajoso cuando está húmedo y muy duro ante la carencia de agua; estos suelos poseen un muy mal drenaje en estado natural, lo cual puede gustar a algunas plantas, pero es factor de muerte para otras. Una forma de mejorarlo, es adicionar sustratos y materia orgánica para compensar su textura (Labrador, 2002; Kreuter, 2005).

El análisis químico elemental de los suelos es el elemento más importante para su caracterización y comportamiento en el largo plazo. Aunque esta información no sea de utilidad para estimar la fertilidad de los mismos, sí es necesaria para los estudios sobre su formación. Al desarrollarse los suelos, comúnmente ocurre un enriquecimiento de

materia orgánica y la pérdida de diferentes elementos de mayor solubilidad que otros (imagen 4-12).



Imagen 4-12. Aspecto que presenta el perfil de corte del sello del relleno, donde se aprecia una alta concentración de materia orgánica en el horizonte A y una estructura limosa en el horizonte B.

Se acostumbra dividir los componentes minerales de los suelos en dos grupos: el primero lo componen las sustancias denominadas macro-nutrientes que se agrupan como se muestra en la tabla 4-18; el otro grupo es el de los oligoelementos o micronutrientes, en el cual se encuentran los minerales que se observan en la tabla 4-19 (Infojardin, 2011).

<i>Tabla 4-18. Listado de macronutrientes del suelo.</i>	
<i>MACRONUTRIENTES</i>	
<i>PRIMARIOS</i>	<i>SECUNDARIOS</i>
Nitrógeno (N)	Calcio (Ca)
Fósforo (F)	Magnesio (Mg)
Potasio (K)	Azufre (S)

Tabla 4-19. Listado de oligoelementos o micronutrientes del suelo.

<i>OLIGOELEMENTOS</i>	
Hierro (Fe)	Zinc (Zn)
Manganeso (Mn)	Boro (B)
Cobre (Cu)	Molibdeno (Mo)

Para el estudio de los suelos correspondientes al sello o cobertura final de las celdas del RYSDJ, se realizó un muestreo aleatorio, utilizando la técnica del cuadrante (Barrera *et al.* 2010). Se construyeron dos cuadrantes con cuadrícula de 1m² (imagen 4-13), que fueron lanzados al aire de manera aleatoria en seis ocasiones, para seleccionar la ubicación de los puntos de muestreo, aspecto que se repitió en tres sectores aledaños y externos al relleno (Mostacedo y Fredericksen, 2000).



Imagen 4-13. Características del cuadrante de muestreo. Fuente el autor

Adicionalmente, se georreferenció cada uno de los puntos de muestreo (imagen 4-14), y relacionados en la tabla 4-20 para cada uno; luego se procedió a cubrir de nuevo el apique para no generar alteraciones en la estructura de la celda.



Imagen 4-14. Aspecto de la georreferenciación de los puntos de muestreo

Tabla 4-30. Localización de los puntos de muestreo. Fuente: el autor

PARCELA	PUNTO	LATITUD (N)	LONGITUD (O)	ALTITUD (msnm)
1	A	4° 31' 05,9"	74° 07' 45,4"	2666
2	A	4° 31' 05,5"	74° 07' 45,2"	2667
3	A	4° 31' 04,2"	74° 07' 44,2"	2662
4	A	4° 30' 54,9"	74° 07' 43,1"	2669
5	A	4° 30' 55,9"	74° 07' 44,3"	2675
6	A	4° 30' 55,4"	74° 07' 45,4"	2681
ADYACENTES	1	4° 30' 55,3 "	74° 07 ' 42,6 "	2668
	2	4° 30' 23,8 "	74° 07' 49,9"	2724
	3	4° 30' 24,1"	74° 07' 49,7"	2718

La tabla anterior representa los puntos de muestreo explorados al interior del RYSDJ que fueron debidamente georreferenciados para garantizar la calidad del muestreo.

Realizado el análisis del pH, se evidencia una gran influencia en las reacciones de adsorción-desorción y de disolución-precipitación que regulan la disponibilidad de algunos elementos como el fósforo, el hierro, el cobre, el manganeso, el zinc, el boro y el molibdeno que influyen decisivamente en la descomposición de la materia orgánica. Considerando dichos aspectos, el intervalo de pH en el cual es máxima la disponibilidad de la mayoría de los nutrientes, está entre 6 y 7, Parra *et al.* (2002). En la figura 4-18, se aprecia que los suelos en los puntos estudiados, el pH oscila entre 5 y 6.

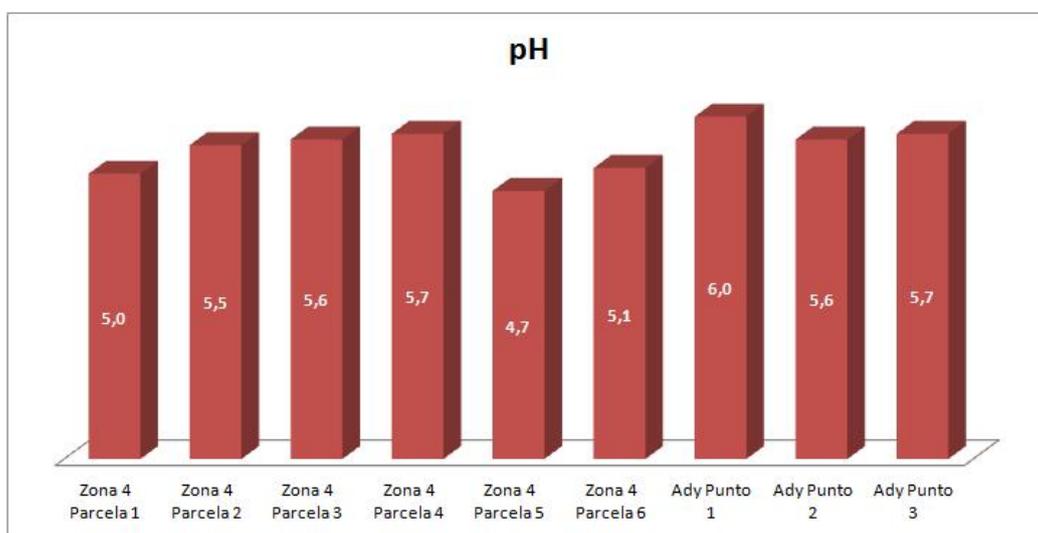


Figura 4-18. Relación de pH presente en los suelos de sello del relleno sanitario Doña Juana. Fuente: el autor.

En cuanto a la capacidad de soporte de la capa de cobertura del sello del RYSDJ, la composición de sus micronutrientes muestra que en la relación *NPK*, (*nitrógeno, fósforo, potasio*), en la figura 4-19, los suelos presentan variaciones significativas en la composición de estos elementos, siendo las concentraciones de Potasio (*K*) para las parcelas 1, 2, 4, 6 como las adyacentes 1, 2, 3, las de valor más alto respecto del Fósforo (*P*) y Nitrógeno (*N*), aspecto que genera problemas en las plantas, porque produce en ellas, deficiencias de calcio, hierro y zinc (Oliveira *et al.*, 2006), mientras que el *N* está sujeto a numerosos procesos y transformaciones, capaces de afectar profundamente sus existencias (pérdidas por lixiviación, ganancias debidas a la mineralización de la materia orgánica, pérdidas en formas gaseosas, inmovilización por los microorganismos del suelo, etc.); muchos de estos procesos dependen de la climatología particular de la

zona (Oliveira *et al.*, 2006). Su nivel más alto se evidenció en la parcela 5, presentó valores medios en la 3 y 1, siendo los más bajos en las parcelas 2, 4, 6 y en las adyacentes 1, 2, 3; estos niveles de N son considerablemente altos en la zona IV, mientras que los suelos nativos están más cercanos a lo recomendable; sin embargo, mantiene un notorio exceso de N, mientras el P que es tomado directamente por las plantas, tiende a ser escaso en suelos ácidos, como es el caso de los suelos adyacentes al RYSDJ, en relación con los de cobertura del sello.

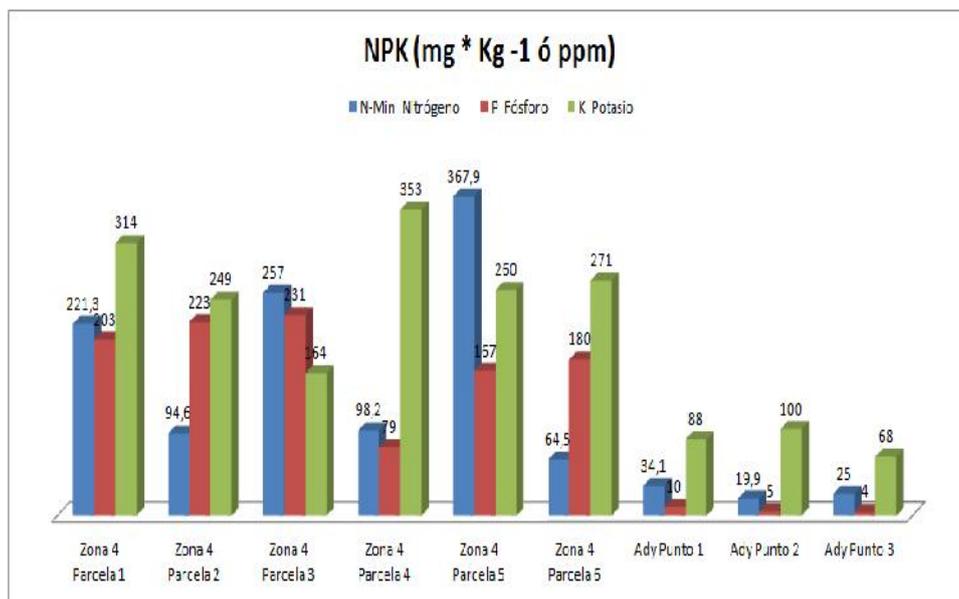


Figura 4-19. Relación del contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio presente en el RYSDJ respecto de los puntos adyacentes al mismo. Fuente: el autor.

4.4. Causas y síntomas de degradación del área de estudio

La problemática ambiental presente en el área de estudio, está relacionada con diferentes criterios, entre los cuales se puede contar la cobertura geográfica de sus efectos. Como se mencionó, la presencia de un factor de escala a nivel de ecorregión, hace que los problemas también estén relacionados con ellas.

El área de estudio inicia un proceso de degradación frente a la sobreexplotación y tala de los bosques nativos con fines de ganadería- que a su vez, servían de corredor

biológico o de movilidad entre los ecosistemas de páramo y el de sabana, cortando las conexiones naturales y generando un nivel de alteración en Grado III, con la remoción de la masa vegetal primaria y la pérdida de sus elementos básicos, generando inestabilidad, haciendo que el ecosistema difícilmente se pudiera recuperar del estado de degradación al cual fue sometido, y perdiendo su capacidad para generar servicios ecológicos.

La pérdida de las condiciones básicas de los suelos al ser sometidos a los factores climáticos y erosivos, generó la pérdida de su cobertura vegetal y la formación de grandes depresiones en el suelo (cárcavas), haciendo estos espacios improductivos e incapaces de iniciar un proceso de sucesión natural. Las características de los suelos y las condiciones de deterioro a su vez, fueron objetivo de personas inescrupulosas que iniciaron con ellos un proceso de comercialización a bajos precios, con fines de urbanización.

A partir de la crisis de los RESU en la ciudad de Bogotá, y la necesidad de cerrar los vertederos a cielo abierto que funcionaban en ese momento, se ve como una alternativa, la construcción de un RYS que a largo plazo, recibiera los RESU de la ciudad y de algunas poblaciones vecinas (Collazos, 2001). Con la apertura del RYSDJ y el desarrollo de una inadecuada política de manejo, se generaron problemas de malos olores y proliferación de vectores que afectaron la salud de la comunidad circundante. La continuación de una problemática ambiental que se ve manifiesta con el vertimiento de los lixiviados a la corriente del río Tunjuelo, produjo un gran problema de contaminación en este afluente del río Bogotá que por falta de experiencia en su manejo, causó una emergencia ambiental de gran proporción, cuando el 27 de septiembre de 1997 originó una avalancha de RESU sobre el cauce del río Tunjuelo, Cantanhede (2000), que afectó las condiciones de salud de la población de la región y su nivel de vida.

4.5. El vertido del 27 de septiembre de 1997

El término vertido hace referencia al deslizamiento complejo de una gran masa de RESU sin consolidar, por el alto contenido de líquido, en forma rotacional a traslacional, a gran velocidad sobre una superficie inclinada del terreno, con un movimiento dinámico hacia la pendiente Moreno (2001), generado entre otros por factores como:

- Pérdida de estabilidad del material compactado en la parte inferior o superior de la masa.
- Aumento en la presión intersticial entre los poros de la masa de RESU, generado por el aumento del volumen de los lixiviados y la migración de los gases generados por la descomposición de la materia orgánica.
- Aumento de los volúmenes de líquidos al interior de la masa por infiltración o migración de líquidos al interior del relleno.
- Procesos de licuefacción espontánea
- Movimiento sísmico de gran magnitud
- Inducción externa de aguas freáticas o reinyección de lixiviados al interior de la masa.

El área afectada por el vertido corresponde a la Zona II (imagen 4-15), que entró en operación en 1995, con un periodo de vida estimado de cinco años, pero solo estuvo en operación 1,5 años Collazos (1998); Cantanhede (2000); donde a la fecha del vertido, se recibía un promedio de 4.600 t/día y un promedio de 450 camiones diarios, hasta el 27 de septiembre de 1997.



Imagen 4-15. Vista frontal del de la zona del vertido de la masa de residuos tras el accidente del 27 de septiembre de 1997. Fuente: FOPAE.

Debido a la dinámica interna del relleno, se presentó la aparición de fisuras en la corona o parte alta del talud superior de disposición del relleno; después de un asentamiento, generado por un aumento de la presión de líquidos y gases en los poros de la masa de RYS, con un espesor aproximado de 20 metros de alto que ocasionó cambios en las características del material, y dada la configuración geométrica del diseño, el material se tornó inestable y generó un deslizamiento de aproximadamente 600 metros de longitud por 200 de ancho (imagen 4-16); según lo evidenciado por Cantanhede (2000), se generó un desplazamiento de los RESU en dirección nororiente, hasta donde se localizaba la estación de bombeo, encontrando en esta dirección, una estructura montañosa de origen natural que lo desvió, cambiando su dirección hacia el oriente, donde continuó su movimiento, utilizando el cauce de una cañada, para en últimas, llegar hasta el río Tunjuelo y depositar sus residuos en el cauce, generando el taponamiento del mismo (UNIANATIOQUIA, 2006).

Se estima que entre 750.000 y 1'000.000 de t, comprendidas en un área de aproximadamente 12 ha, de las 250 que tenía en su momento el relleno, según Collazos *et al.* (2011), se deslizaron y generaron el represamiento por obstrucción del cauce río

Tunjuelo, así como la formación de piscinas de lixiviado en algunos sectores, generando una emergencia sanitaria por la proliferación de malos olores producidos por la descomposición de los RESU, y problemas de orden público, organizados por la comunidad cercana al relleno y donde cerca de 500 personas residentes del sector que se vieron afectadas por el vertido, realizaron manifestaciones a la entrada del relleno (El Tiempo, 1997).

Para la fecha del vertido, como lo describe Cantanhede (2000), los lixiviados generados por el relleno eran captados por gravedad e inyectados al interior del relleno por presión, mediante tubos horizontales; se estima que para el momento del vertimiento, se había inyectado un volumen aproximado en 40.000 m³ de lixiviado, que para Giraldo (2010), se aumentó la humedad en la masa de RESU con la recirculación, y también aumentó la producción de biogás.

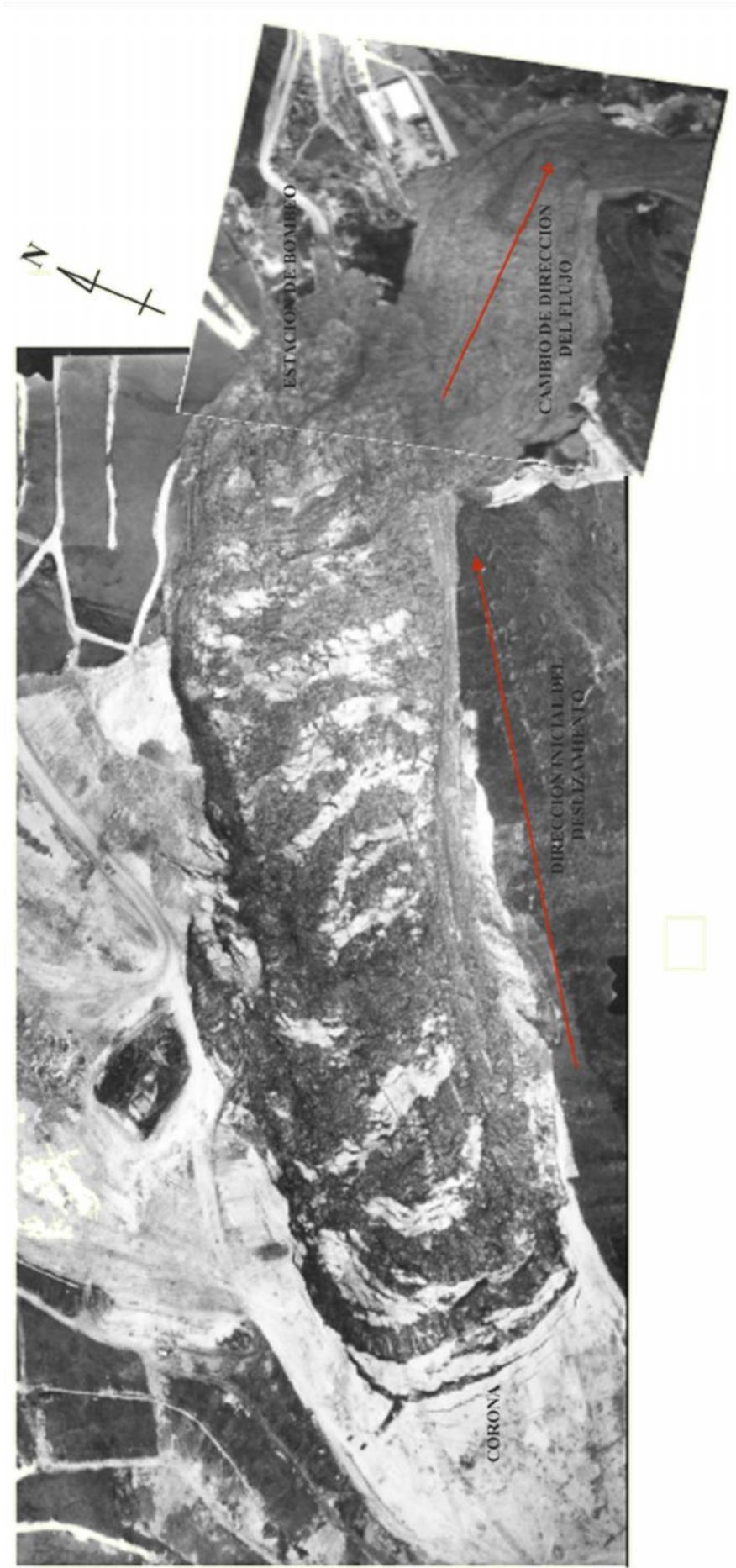


Imagen 4-16. Fotomosaico, del deslizamiento del 27 de septiembre de 1997, de la masa de RESU que generó el vertido sobre el cauce del río Tunjuelo, con sus direcciones de flujo. Fuente: IGAC (2009), modificado por el autor.

4.5.1. Posibles causas del vertido

Teniendo en cuenta que los RYS no son masas inertes, según Espinosa y González (2012), debido a la descomposición de la materia orgánica presente, las características complejas de este tipo de estructuras, dependen del acomodamiento de los residuos sólidos dispuestos, quedando expuestas a las variaciones sensibles de los diversos componentes que conforman la masa de RESU en cuanto a su comportamiento, y donde se llega a desconocer la presencia de infinidad de variables propias de las características de esta masa, entre las cuales sobresale el grado de heterogeneidad de los residuos, así como el contenido de humedad presente, que pueden afectar el grado de homogeneidad de las capas compactadas, la distribución de los líquidos residuales y los gases generados por la descomposición de la RESU.

Partiendo de este análisis, se ha podido establecer que varios de los especialistas como Collazos (1998); Cantanhede (2000); Moreno (2001) y UNIANTIOQUIA (2006), estudiosos de la situación presentada, convergen en puntos como:

- Los terrenos adquiridos para desarrollar el proyecto, no fueron exactamente los mismos para los cuales se realizó el diseño.
- No se realizaron los estudios de vulnerabilidad que hubiesen permitido evidenciar el alto riesgo que presentaba, y presenta la zona para el desarrollo de la obra.
- Errores de diseño en las estructuras de drenaje de los lixiviados
- No se estableció el periodo máximo de inyección durante el proceso de recirculación de los lixiviados, que evitara llegar al límite de la presión en los poros, dando como resultado una licuefacción de la masa de RESU.
- No se consideró la posibilidad de que el asentamiento de la masa de RESU, generaría una deformación y posterior taponamiento de la tubería de recirculación, produciendo la saturación de la masa de RESU.

4.5.2. Efectos ambientales

Como efectos resultantes originados por el vertido, se pudo establecer factores como la generación de olores ofensivos, la proliferación de vectores, contaminación de los recursos agua y suelo, así como la afectación de la salud de los habitantes cercanos al área del relleno. En lo referente a la calidad del aire, se realizaron monitoreos después del accidente durante tres meses, los cuales determinaron la presencia de gases como Oxígeno (O_2), Metano (CH_4), Amoníaco (NH_3), Ácido Sulfhídrico (H_2S), y Mercaptanos ($R-SH$) (Giraldo, 2010).

Entre las estrategias empleadas para contrarrestar los efectos generados por la perturbación sobre los sistemas socioecológicos, se decretó por parte de la autoridad en salud, una alerta amarilla para los hospitales de la zona, y se dispuso de 12 unidades móviles durante las 24 horas. Durante el periodo del 29 de septiembre al 5 de octubre, se aplicaron planes de atención doméstica, los cuales se concentraron en la aplicación de agentes químicos para la descontaminación y el control de vectores.

En áreas aledañas al relleno, según Arriero y Sánchez (2008), el promedio ponderado en el tiempo para el H_2S , nunca sobrepasó el valor máximo permisible de 10 ppm; sólo en algunos barrios como San Benito, Lucero Medio, Tunjuelo y San Carlos, se sobrepasó el umbral de olor de 0.1 ppm, siendo este valor inofensivo para la salud humana.

4.5.3. El impacto social

En el momento de la emergencia, se presentó un aumento considerable de problemas de salud en las comunidades cercanas al relleno, las cuales fueron reportadas y entre las principales causas de atención, los casos de fiebre atendidos fueron 871 pacientes, de los cuales el 65% llegó de la localidad de Usme, el 29% de Ciudad Bolívar, el 4% de Tunjuelito y el 2% de Rafael Uribe. También se reportaron 632 casos de irritación, de los cuales el 25% llegó de la localidad de Ciudad Bolívar, el 6% de Tunjuelito y el 2% restante de Rafael Uribe. De igual manera, se prestó atención a población con síntomas de irritación ocular y en mucosa nasal, dolor de cabeza, tos, dificultad respiratoria, fiebre y vómito (Collazos, 1998).

Para la comunidad residente en las cercanías del RYSDJ, este es la causa de todos los males que se presentan en el área, en especial, aquellos a los cuales no se les pueda determinar su origen; siendo percibido como la principal fuente de afectación de su salud, su ambiente físico y el ambiente social, aspecto que se agravó con las malas relaciones con la entidad administradora del relleno del momento.

Un aspecto para tener en cuenta, es el incremento en los últimos 25 años, de la población residente en los alrededores del RYSDJ, donde los procesos de urbanización han obligado a las autoridades distritales, a realizar procesos de legalización en la zona (UNIVALLE, 2006).

4.5.4. Estado actual de los ecoservicios

Con el apoyo de la siguiente tabla 4-31, se pudo establecer que los “servicios de abastecimiento” se encuentran deteriorados; en lo referente a los de primera necesidad, como madera y leña, por la sobreexplotación de los recursos, acompañada de procesos de deforestación para la formación de zonas de pastoreo. La caza y la pesca se vieron afectadas por la pérdida de nichos naturales, así como por la contaminación de las corrientes de agua, mientras que los servicios de origen industrial como la explotación de materiales inertes originados en la zona y la calidad del agua para el consumo, se mantuvieron estables, al igual que el desarrollo de algunos cultivos. Un aspecto que se ha visto mejorado, es la calidad paisajística de la zona, donde las acciones realizadas por el operador del RYSDJ han permitido minimizar el impacto visual que su gestión ha generado.

Si bien los “*servicios de regulación*” son esenciales para el soporte de las otras actividades ambientales, su fuente está limitada al estado de los ecosistemas y a la carga que mantienen. La capacidad de la cubierta vegetal y del suelo para la captura de CO₂, se ha visto limitada por la expansión urbana y la pérdida de cobertura vegetal, factor que también tiene injerencia en su capacidad para absorber parte de los GEI que se generan.

<i>Tabla 4-31 Servicios de los ecosistemas generados en el área de estudio</i>		
SERVICIOS DE ABASTECIMIENTO		ESTADO
Alimentos	<i>Cultivos</i>	+/-
	<i>Ganadería</i>	
	<i>Pesca</i>	
	<i>Alimentos silvestres</i>	
Fibras	<i>Madera</i>	
	<i>Leña</i>	
Materiales inertes (arenas y gravas)		+/-
Acervo genético		
Paisaje		
Agua dulce		+/-
SERVICIOS DE REGULACIÓN		
Regulación de la calidad del aire (control de GEI)		
Regulación del clima – regional y local		+/-
Regulación del agua		+/-
Purificación del agua y tratamiento de aguas de desecho		
Regulación de vectores		
Polinización		+/-
Fertilidad del suelo		+/-
Control biológico		
Purificación del aire		
SERVICIOS CULTURALES		
Aportes educativos y científicos		
Valores estéticos		
Recreación y ecoturismo		
SERVICIOS DE SOPORTE		
Generación de nutrientes		
Formación de suelos		
Simbología: +/- más o menos igual; disminuyó; aumentó		

Otro elemento para tener en cuenta, es que los suelos mantienen la capacidad de regular los flujos hídricos y ayudar al mejoramiento de la calidad del agua de escorrentía. En lo referente a procesos erosivos, han presentado mejora en especial, en el sector donde funciona el relleno que en otros tiempos, fue un área con una fuerte afectación por este fenómeno, por la alta deforestación y el sobrepastoreo que ocasionó la pérdida de la cobertura vegetal y la capa orgánica, afectando la fertilidad del suelo.

La presencia de vectores ha sido uno de los problemas principales en la zona, que obliga a las comunidades, a utilizar técnicas para contrarrestarlos, aspecto que ha permitido su manejo. Sin embargo, las condiciones favorables que presenta el relleno, y las mejoras en las técnicas empleadas para el enterramiento de los RESU, han permitido su disminución.

Respectos de los “servicios culturales” que prestan los ecosistemas de la zona, podemos establecer que se han desarrollado algunas investigaciones al respecto y los cambios que han traído el desarrollo urbano y la explotación minera. Un aspecto que no presenta algún tipo de movilidad, es la recreación y turismo que para la zona, resulta limitada por el desarrollo y operación del relleno, que hacen poco llamativa esta actividad.

Por otra parte, se evidencia que los “servicios de soporte” han aumentado, teniendo en cuenta que la dinámica de sucesión a la cual se encuentran sometidos los suelos del sello, permitió la formación de nuevo suelo y la incorporación de nutrientes producto de la descomposición de la materia orgánica presente. Los indicadores de servicio establecidos por Gómez y De Groot (2007), en la tabla 4-32, y aplicados a los que presta el RSDJ, dan una idea de su función, al ser concebidos en su condición de sistema antropogénico.

Tabla 4-32. Relación de indicadores de ecoservicios según la función prestada por el RYSDJ. Fuente: el autor

SERVICIOS DE REGULACIÓN				
<i>Tipo de Servicio</i>	<i>Componentes y procesos</i>	<i>Función</i>		
		<i>Si</i>	<i>No</i>	<i>Observación</i>
Regulación atmosférica	Mantenimiento de los ciclos biogeoquímicos (equilibrio CO ₂ /O ₂ , capa de ozono, etc.)	x		La adecuación de los suelos de cobertura de las celdas con especies vegetales, permite que estas contribuyan a absorber parte de los gases que se generan en el RYS
Regulación climática	Influencia de la cobertura del suelo y los procesos biológicas sobre el Clima		x	la cobertura vegetal del suelos influye incipientemente en la regulación del clima
Amortiguación de perturbaciones	Influencia de las estructuras ecológicas en la amortiguación de perturbaciones naturales		x	La estructura ecológica presente es pobre y se encuentra en etapa inicial de sucesión secundaria
Regulación hídrica	Papel de la cobertura vegetal en la regulación de la escorrentía, mediante cuencas de drenaje	x		La cobertura vegetal implementada en las celdas selladas, permite regular la escorrentía superficial, que por las características climáticas de la zona son frecuentes, concentrándose mediante canales hacia los drenajes naturales de la microcuenca

Disponibilidad hídrica	Percolación, filtrado y retención de agua dulce		x	La estructura y diseño del espacio no permite la prestación del servicio
Sujeción de suelos	Papel de las raíces de la vegetación y fauna edáfica en la retención del suelo	x		Con la cobertura vegetal de las celdas se establece un nicho apto para el desarrollo de fauna edáfica con el fin de proteger el suelos de los procesos erosivos
Formación de suelos	Meteorización de la roca madre y acumulación de materia orgánica.	x		Se da acumulación de materia organica por la descomposición de
Regulación de nutrientes	Papel de la biodiversidad en el almacenamiento y reciclado de nutrientes	x		Control de contaminación del aire mediante la captación de un porcentaje de gases .
Procesado de residuos	Papel de la vegetación y la fauna en la eliminación y procesado de nutrientes y contaminantes orgánicos	x		Las plantas y fauna presente en el relleno desarrollan una función de degradadores de materia orgánica
Polinización	Papel de la fauna en la dispersión de gametos florales	x		El proceso de polinización se da de manera específica debido a que la fauna y flora presente en el RYS es muy pobre
Control biológico	Control de poblaciones mediante relaciones tróficas dinámicas	x		La dinámica trófica dentro del relleno está limitada a la disponibilidad de alimento
SERVICIOS DE HÁBITAT				
Tipo de Servicio	Componentes y procesos	Función		
		Si	No	Observación
Refugio	Provisión de espacios habitables para flora y fauna silvestre	x		Debido a las características del proyecto este solo acoge algunas especies de aves insectívoras, en sus procesos migratorios
Criadero	Hábitat adecuados para la reproducción		x	El área no presenta las condiciones básicas para la reproducción de la macrofauna
Alimento	Conversión de la energía solar en plantas comestibles y animales	x		Se aprecia algunas especies de aves especializadas en el consumo de insectos
Materias primas	Conversión de energía solar en biomasa para construcción y otros usos		x	La composición de la biomasa presente está confinada a especies de gramíneas
Recursos genéticos	Material genético y evolución en animales y plantas silvestres		x	no se aprecia evolución significativa en la etapa temprana de sucesión secundaria
Recursos medicinales	Sustancias biogeoquímicas		x	N/A
Elementos decorativos	Especies y ecosistemas con usos decorativos potenciales		x	N/A
SERVICIOS DE INFORMACIÓN				
Tipo de Servicio	Componentes y procesos	Función		
		Si	No	Observación
Información estética	Oportunidad para el desarrollo cognitivo, características estéticas del paisaje	x		Se da la posibilidad de adelantar un proceso de sucesión inducida, cuya investigación permite adelantar mejoras en las características paisajísticas del espacio afectado
Función recreativa	Variedad de paisajes con potencial para uso recreativo		x	N/A
Información artística y cultural	Variedad de características naturales con valor artístico		x	N/A
Información histórica	Variedad de características naturales con valor histórico y espiritual		x	N/A
Ciencia y educación	Variedad de características naturales con valor científico y educativo	x		El espacio permite adelantar estudios científicos que den luces sobre la dinámica de este tipo de proyectos, como de las características para una adecuada gestión, hasta hoy poco estudiadas.

SERVICIOS DE SUSTRATO				
Tipo de Servicio	Componentes y procesos	Función		
		Si	No	Observación
Vivienda	Provisión de un sustrato adecuado para el desarrollo de actividades e infraestructura humana.		x	N/A
Agricultura			x	N/A
Conversión energética			x	N/A
Minería			x	N/A
Vertedero	Dependiendo del uso específico del suelo, se requerirán diversas cualidades ambientales (por ejemplo: estabilidad del suelo, fertilidad, clima, etc.).	x		Esta función se desarrollaría hasta el cierre total del RYS
Transporte			x	N/A
Facilidades			x	Es un espacio que por disposición de la Autoridad Ambiental quedaría confinado y aislado

Después del análisis de la información de la tabla anterior, se puede establecer que el RYSDJ presta una serie de servicios que aunque por sus características actuales son reducidos, en un futuro podrían llegar a aumentar de forma natural y establecer relaciones dinámicas entre los elementos que lo componen, sin desconocer que al mejorar algunos en especial, se podría afectar otros de forma abrupta, acelerada e irreversible, incidiendo en las comunidades dependientes de aquellos.

Los servicios de regulación que presta el relleno, según lo expuesto por Duque y Montes (2011), sostienen la estructura general de todos y su funcionamiento, donde el servicio de regulación atmosférica ayuda a mantener los ciclos biogeoquímicos generados por la adecuación de los suelos de cobertura de las celdas, en su proceso de sucesión inducida que permite a su vez, la asimilación de algún porcentaje de los GEI vertidos a la atmósfera.

La injerencia del RSDJ sobre la regulación del clima es incipiente, debido a la poca cobertura que presta y a la influencia regional que ejerce el ecosistema de páramo presente, junto con la dinámica de vientos predominantes. La no injerencia corresponde a que este sistema no es inicialmente el resultado de una renovación natural, con lo cual y de acuerdo con Salas *et al.* (2011), busca dar solución a un problema generado por el ser humano.

La estructura ecológica correspondiente al área de estudio, se encuentra en niveles de desarrollo secundario bajo, donde la cobertura vegetal predominante corresponde a

gramíneas inducidas, dentro del diseño de un sistema que no se puede controlar acorde con lo expuesto por Ostrom (2009), y donde algunos arbustos de semillas llegadas por dispersión animal, tienen la capacidad para amortiguar algunas perturbaciones como la asimilación de parte del CO₂ vertido a la atmósfera, y a impedir la infiltración de agua de escorrentía en los mantos inferiores de sello del relleno.

El relleno no presta servicio de disponibilidad hídrica porque su diseño no permite la percolación de agua al interior, y el proceso de consolidación por acción de la compactación mecánica, reduce el espacio de los poros como la disponibilidad de oxígeno y de agua; por consiguiente, no se genera retención de agua en su interior.

El sistema radicular desarrollado por la vegetación de gramíneas, implementada en la cobertura del sello en su proceso de sucesión secundaria, busca el control de las especies por desarrollarse, como lo expone Marten, (2001), pero con el fin de proteger el sello, junto a la dinámica poblacional de la fauna edáfica, realiza un papel fijador del suelo, evitando su afectación por la acción de procesos erosivos. La formación de suelos en este espacio, está limitada por factores que la condicionan como el origen variado del material de cobertura, la restricción vegetal inducida y el espacio poroso, reducido por la compactación mecánica del mismo que limita la disponibilidad de los nutrientes. La regulación de nutrientes al interior del relleno, se encuentra limitada tanto por la característica de compactación del suelo expuestas por la FAO (2000), como por la diversidad y dinámica presente en el mismo, teniendo como servicio importante de la vegetación presente, la asimilación de un porcentaje de los gases de vertedero.

El procesado de residuos orgánicos se adelanta al interior de la cobertura vegetal, dominada por las gramíneas con la acción de la microfauna (algunas variedades hongos, insectos y artrópodos), que influenciada por las temperaturas del suelo y motivada por la descomposición de los residuos enterrados, encuentra en este espacio, las condiciones óptimas para su desarrollo.

El servicio de polinización al interior de la masa vegetal lo prestan algunos insectos presentes en el ecosistema, teniendo en cuenta que la diversidad de especies florales es reducida y solo se aprecia un servicio limitado para ellas.

La dinámica trófica en el área de sello del relleno, está limitada por la disponibilidad de alimento; para el caso, se reduce a algunas gramíneas y otras especies colonizadoras que son base de la dieta de la microfauna especializada en la degradación de la materia orgánica, cuyo nicho es el suelo e incorporan los nutrientes liberados en el mismo. Estas especies forman parte a su vez, de la dieta de algunas aves migratorias (macrofauna), que encuentran en el relleno un espacio de descanso y alimentación. Por las características de aislamiento y control constante a las cuales se ha sometido el área, no se aprecian especies de mamíferos, roedores y reptiles, aspecto resaltado en el área circundante al relleno en el monitoreo realizado por Arriero y Sánchez (2008). Dentro de este tipo de servicios, se incluye la actividad trófica al interior de la masa de residuos generada por las bacterias metanogénicas en su proceso de degradación, gracias a su potencial biorremediador.

EL servicio de hábitat que presta el área es transitorio para la mayoría de las especies migratorias, mientras que la actividad varía en el borde donde las especies residentes encuentran este servicio, en algunos relictos de vegetación arbustiva localizados en sectores aledaños al relleno. La poca presencia de especies en el área, es una manifestación del mal estado o vulnerabilidad del medio natural.

El servicio de refugio está condicionado por los factores de aislamiento del área, donde la microfauna encuentra las condiciones óptimas, mientras que la macrofauna debido a los continuos controles y al escaso desarrollo del estrato arbustivo, no encuentra condiciones que le faciliten una permanencia a largo tiempo. La situación anterior afecta por consiguiente, el servicio de criadero, mientras que el servicio de alimento es de importancia para algunas especies, en especial, las que corresponden a aves insectívoras migratorias. Los servicios de materias prima, genéticos, medicinales y decorativos no son prestados por el relleno y su posible prestación, se reduce a momentos muy remotos o nulos.

Entre los servicios de información, el estético es de gran preocupación tanto para el operador como para la comunidad del sector. Este servicio es el resultado del proceso de sucesión inducida que permite incorporar mejoras en el paisaje afectado por la gestión del relleno y permite que servicios de ciencia y educación se beneficien de este proceso, con el desarrollo de proyectos de investigación que lleven al análisis de la dinámica del

ecosistema, y generen un nuevo conocimiento. Servicios como los de recreación, artísticos y culturales e históricos no encuentran alguna función específica, debido a las características de seguridad y aislamiento del área.

El servicio de sustrato se reduce a su función como vertedero hasta que se cumpla su periodo de vida-y queda a disposición de la autoridad ambiental, para su confinamiento como espacio de restauración. Por consiguiente, se puede evidenciar que el RYSDJ presta servicios limitados a las comunidades cercanas.

4.6. Consideraciones

A pesar de los vínculos entre la investigación y la gestión del relleno sanitario Doña Juana, respecto del manejo de los residuos, se reconoce la necesidad de fortalecer esta labor con el apoyo de las ciencias a nivel multidisciplinar, que permita estudiar el fenómeno de una manera compleja que involucre procesos desde el punto de vista social, económico y natural, indispensables para la sostenibilidad del socioecosistema.

El continuo aumento en la generación de residuos sólidos, requiere de estrategias de manejo que integren las preocupaciones en materia de sostenibilidad ambiental. En la medida en que el sistema natural se recupere, se dinamiza el bucle donde se integran los demás subsistemas, potencializando su recuperación para favorecer la emergencia de nuevos servicios, visibilizándose no como una perturbación, sino como un espacio natural con condiciones diferentes para ofrecer nuevos paisajes y ecoservicios, y fortalecer la relación dinámica comunidad y ecosistema.

En la medida en que la ciencia dinamice este bucle, se evidencia su practicidad para involucrar a las comunidades circundantes en la participación de este cambio, y transformar la historia de los rellenos sanitarios como perturbación, a ser reconocidos como espacios productivos de servicios, con calidad de vida y espacios de reconciliación entre el sistema social y el natural.

Si bien se siguen estudiando varios factores de la dinámica de los residuos y sus efectos sobre los socioecosistemas, la técnica de disposición y enterramiento sigue presentando incertidumbres; más aún por las características heterogéneas de los residuos que aunados a las prácticas de enterramiento no estandarizadas son susceptibles a que se presenten accidentes nuevamente.

En la medida en que el sistema social reconozca el valor de la ciencia como una herramienta práctica, no de consecuencias inmediatas ni individuales, sino colectivas y de manifestación futura y controlada, favorece la interacción de los actores para garantizar unas condiciones óptimas en la prestación de los ecoservicios, sin que los ecosistemas pierdan su identidad al proporcionar bienestar a la población futura, dando paso a la implementación de un nuevo paradigma que permita reconocer a los rellenos sanitarios, no como una perturbación, sino como una solución para los socioecosistemas.

La importancia del factor social en la dinámica relacional con el relleno sanitario, hace necesario hacer un análisis de la percepción que tiene la comunidad sobre la gestión de este. La aplicación de una encuesta fue la forma más directa que permitió establecer una serie de indicadores de relación y seguridad ante las perturbaciones y en especial identificar la capacidad adaptativa de la comunidad, aspecto que permitiría establecer su capacidad de resiliencia.



Capítulo 5

Percepción social de las perturbaciones del relleno sanitario Doña Juana: Hacia la resiliencia

Análisis de la dinámica sobre la gestión del RELLENO SANITARIO DE DOÑA JUANA (Bogotá, Colombia), como factor de perturbación: Una aproximación conceptual desde los sistemas ecológicos emergentes y la resiliencia

5. Percepción social de las perturbaciones del relleno sanitario Doña Juana: hacia la resiliencia

Este capítulo busca dar comprender la dinámica relacional entre los sistemas natural y social, y el proceso interactivo presente entre ellos, es importante conocer la percepción del sistema social residente en el sector, sobre el relleno sanitario Doña Juana, para indagar sobre la capacidad adaptativa frente a las perturbaciones producidas por el mismo. Al caracterizar esta dinámica, se muestra cómo el proceso de urbanización, llevó a las comunidades mediante el análisis de la gestión, a enfrentar una serie de perturbaciones ocasionadas por la operación del RYSDJ sobre el ecosistema circundante y la comunidad, haciéndolos vulnerables y concibiendo una reacción adaptativa, lo cual obligó a buscar un estado de resiliencia de características variables en el tiempo, cuyo grado de asimilación o adaptación garantiza el desarrollo de su función.

El ser humano en su conexión y convivencia con otros de su especie, ha desarrollado estrategias colectivas de adaptación, buscando garantizar la supervivencia de la población. La transformación que el ser humano hace de la naturaleza con las actividades antropogénicas, son condicionadas por sus necesidades, puesto que la capacidad de transformación es una forma de medir su capacidad adaptativa y con la cultura, forma parte de la evolución. Esta capacidad de los sistemas para adaptarse, está relacionada con los mecanismos internos que permiten su evolución, debido a la presión selectiva ejercida por el medio, que solo le permite adaptar, emigrar o extinguirse (Calvente, 2007 en Daza & Casas, 2014).

Para determinar la capacidad adaptativa de la comunidad (*CAC*), se diseñó una encuesta para analizar el impacto y las interrelaciones entre tres índices: el índice socioecológico (*SE*); el índice socioeconómico (*SN*); y el índice institucional (*SI*), de la comunidad residente en el entorno del relleno.

Teniendo en cuenta las características de esta comunidad, se pudo estimar que la *CAC* puede ser medida con indicadores como:

El índice socioecológico (*SE*), que hace referencia a las relaciones que existen entre las comunidades y el medio natural con el cual se asocia, y depende de dos indicadores:

- Comprensión del entorno natural (*CEN*)
- Dependencia del uso de los recursos naturales (*DUR*).

El índice socioeconómico (*SN*), hace referencia a las condiciones sociales y económicas que presentan las comunidades y que moldean su relación con el entorno natural; se forma a partir de seis indicadores:

- Calidad de vida – bienestar (*CVB*)
- Calidad de vida – seguridad (*CVG*)
- Calidad de vida – salud (*CVS*)
- Captación ocupacional (*CAO*)
- Infraestructura comunitaria (*INF*)
- Estabilidad habitacional (*IEH*)

Por último, el índice institucional (*SI*), que hace referencia a las normas y reglas, formales e informales que determinan la relación entre las comunidades y las áreas naturales, así como a la forma en que éstas permiten a las comunidades, anticiparse a los cambios externos e incluye cinco indicadores (Maldonado *et al.* 2010):

- Capital social cognitivo (*CSC*)
- Capital social estructural (*CSE*)
- Capacidad de las comunidades para anticiparse al cambio (*CAN*)
- Compensación a la comunidad (*CCM*)
- Actividad organizativa acerca de los recursos naturales (*ORN*)

Con el objetivo de conocer la percepción de la comunidad cercana al relleno, sobre las perturbaciones producidas por él, se diseñó y aplicó una encuesta de 14 preguntas (anexo A), que permitiera medir la CAC; según los índices e indicadores de análisis, permitió desarrollar conceptos teóricos que explicaran el fenómeno estudiado y sirvieran como punto de partida en el proceso de recuperación y posterior surgimiento de un ecosistema emergente (imagen 5-1).



Imagen 5-1. Aspectos de la aplicación de la encuesta a la comunidad residente en cercanías del RYSDJ

5.1. Diseño del método

El método empleado para medir el potencial de la capacidad adaptativa de la comunidad cercana al relleno, fue el de la *Teoría Fundamentada* o *Grounded Theory (GT)*. Según Murcia y Orejuela, (2014), este método tuvo sus orígenes en 1967, con trabajos de Glasser y Strauss, al hacer referencia a una teoría derivada de datos recopilados de manera sistemática y analizada por medio de un proceso de investigación. Esta metodología contribuye a cerrar la brecha entre la teoría y la investigación empírica, y se constituye en una alternativa a la teoría funcionalista y estructuralista.

Su objetivo es generar teoría a partir de datos recolectados en el proceso investigativo (Glasser y Strauss, 1967 en Martínez, 2014), y se fundamenta en la interacción

permanente entre el investigador y el proceso de recolección de la información, aspecto que permite, mediante el procesamiento continuo, generar nuevas hipótesis, lo mismo que la articulación entre las especulaciones teóricas y el mundo empírico.

Una característica de la *GT* que comparte con otras formas de investigación cualitativa, es que el desarrollo del proceso investigativo no es lineal. La dinámica de trabajo es tanto jerárquica como recursiva, en la cual el investigador debe categorizar sistemáticamente los datos, y limitar su teorización hasta que en ellos, emerjan los patrones Giraldo (2014). Este método requiere recolección, categorización abierta y su interpretación, filtrando los primeros pasos en el ordenamiento de los datos, y la escritura de la teoría. Para Sandoval (1997), se debe realizar una continua revisión y comparación de la información capturada, para ir construyendo la teoría de la realidad.

Al emplear la *GT*, el propósito primario de este trabajo es explicar una problemática ambiental que se encuentra soportada en datos reales y relacionados en diversas fuentes. Según Strauss y Corbin (2002), este método cuenta con tres componentes principales de la investigación cualitativa: el primero, los datos, que pueden provenir de fuentes tales como encuestas, consultas, entrevistas, observaciones, documentos y otros. El segundo, los procedimientos que se usan para interpretar y organizarlos. Y el tercero, son los informes escritos y verbales que pueden presentarse como artículos y libros, con el fin de generar propuestas que se encaminen a transformar una realidad que se vive, recolectando información y realizar su análisis al mismo tiempo. Según Santaella (2015), esta teoría permite definir los procedimientos básicos de la siguiente manera:

Toma de datos.

Codificación y reflexión analítica de los datos.

Construcción y relación de las categorías encontradas.

Construcción conceptual de la teoría y muestra de las relaciones entre las categorías y los datos.

La GT está relacionada con la interacción permanente que el investigador logra en el proceso de recolección de datos; de los cuales pueden ir surgiendo nuevas hipótesis para ser verificadas. En tal sentido, esta teoría es el resultado del procesamiento sistemático de los datos de campo (mediante procesos de codificación y categorización), Glasser y Strauss, 1967.

Para generar esta teoría, Strauss y Corbin (2002), describieron que se debe cubrir tres fases: en la primera la descripción, consiste en comentar de manera gráfica o explicar por qué ocurren ciertos eventos y no otros; la segunda es el ordenamiento conceptual, que corresponde a la clasificación de los hechos y objetos de forma explícita, no necesariamente relacionados, que permitan conformar un esquema explicativo; por último, se tiene teorización que consiste en construir a partir de los datos, un esquema explicativo que integre varios conceptos por medio de oraciones que muestren las relaciones, dando al usuario la oportunidad de explicar y predecir acontecimientos.

5.2. Fases de la investigación

El proceso de investigación se desarrolló en tres fases: en la primera, se llevó a cabo la descripción del fenómeno, apoyada en fuentes de información y en la recolección y manejo de la información; en la segunda, se ordenaron y categorizaron los datos, según índices e indicadores de análisis; en la tercera, se procedió a entrecruzar el análisis de la información, para generar una teoría sobre la capacidad adaptativa de la comunidad cercana al relleno.

5.2.1 Fase 1: Descripción del fenómeno

Las fuentes de información: en esta etapa, se procedió a identificar las posibles fuentes de información, y en el proceso, se estableció que se encuentra dispersa en diferentes medios, de orden privado y público, nacional, regional y local. Entre la información consultada, se verificaron los estudios técnicos realizados por instituciones universitarias en el desarrollo de trabajos de investigación relacionados con el tema de

RYS, que pudiesen presentar datos que permitieran complementar la información de los sistemas (Carrera, 2014).

La recolección y el manejo de la información: esta etapa permitió obtener información sobre el RYSDJ en campo, como también mediante entrevistas, consulta directa en la fuente, bases de datos dispersas y observación directa sobre la comunidad de Mochuelo, imagen 5-2.



Imagen 5-2. Aspecto de la entrevista realizada a las personas residentes en cercanías al RYSDJ.

Adicionalmente, se establecieron parámetros importantes como la localización geográfica del sistema, la identificación, el tipo, la edad, el volumen máximo admitido, el tiempo de operación, la conformación fisicoquímica de los suelos del sello, el área cubierta por el sistema, así como la existencia de algún tipo de manejo de gases.

El análisis ordenado de las respuestas permitió obtener datos representativos para establecer la CAC.

5.2.2 Fase 2: Ordenamiento de datos

Teniendo en cuenta la información recolectada, se determinó que para medir la (CAC), es necesario analizar el impacto y las interrelaciones entre los índices *SE*, *SN* y el *SI*, tal como se muestra en la figura 5-1 (Maldonado *et al.*, 2010).

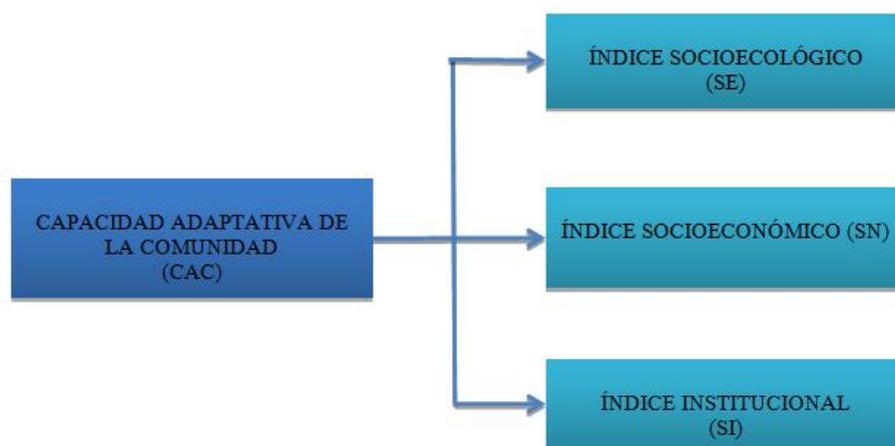


Figura 5-1: Índices para determinar la capacidad adaptativa de la comunidad CAC

Para cada uno de los índices que determinan la CAC, se plantearon indicadores de análisis acordes con las condiciones y características del área de estudio; lo anterior, para adaptarlos a la metodología del Grupo de Estudios en Economía de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad de los Andes (GEMAR), planteada por Maldonado *et al.* (2010).

Índice socioecológico (SE).

El SE se midió a partir de dos indicadores: *Compresión del Entorno Natural (CEN)*, y *Dependencia del Uso de Recursos Naturales (DUR)*, figura 5-2.

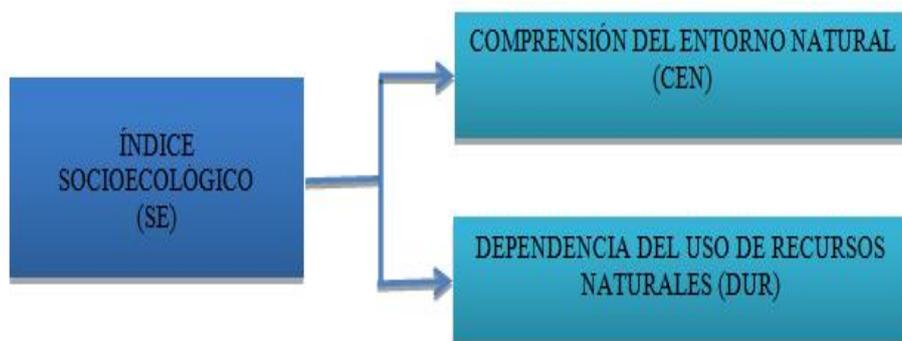


Figura 5-2. Indicadores para determinar el índice socioecológico (SE)

El indicador *CEN* busca identificar el nivel de conocimiento que la comunidad tiene sobre el área de estudio, así como la percepción sobre los efectos positivos o negativos de las acciones llevadas a cabo por la gestión del RYSDJ. Medir este indicador es importante, porque si la comunidad comprende las interrelaciones ecológicas del ambiente que la rodea y el impacto de las actividades del RYSDJ en la zona, será más fácil involucrarse en labores que reduzcan el deterioro ambiental del lugar.

Por su parte, el indicador *DUR* busca dar a conocer el nivel de dependencia que tiene la comunidad de Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo, de su entorno natural, para identificar cómo la instalación y la gestión del RYSDJ, pudo afectar su calidad de vida.

Si la comunidad tiene un alto grado de dependencia del entorno natural, las perturbaciones generadas por el relleno afectarán directamente su capacidad de adaptación al cambio, y aumentará su vulnerabilidad.

Para medir el indicador *SE* en la comunidad Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo, se diseñaron siete preguntas, cinco para el indicador *CEN* y dos para el indicador *DUR*, que se resumen en la tabla 5-1.

Tabla 5-1. Preguntas de la encuesta para el índice socioecológico.

INDICADOR	PREGUNTA	TIPO	ATRIBUTO
CEN	¿Piensa que el RYSDJ genera algún beneficio ambiental para la comunidad?	Ordinal	1: No. 2: Muy poco. 3: Poco. 4: Bastante. 5: Mucho.
	¿El RYSDJ contribuye a mantener el aire limpio?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
	¿El RYSDJ contribuye a regular la temperatura del ambiente?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
	¿El RYSDJ evita la erosión y la pérdida de suelos?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
	¿El RYSDJ permite el movimiento de especies nativas y ayuda a su conservación?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
DUR	¿El RYSDJ permite que la calidad del agua para consumo se mejor?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
	¿El RYSDJ permite observar un paisaje estético, bonito y tranquilo?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.

El índice SN involucra variables que deben ser analizadas en forma articulada. Para este índice, se establecieron seis indicadores de análisis, según las características de las relaciones entre la comunidad Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo con el RYSDJ. Los seis indicadores establecidos fueron: *Calidad de vida – bienestar (CVB)*, *calidad de vida – seguridad (CVG)*, *calidad de vida – salud (CVS)*, *captación ocupacional (CAO)*, *infraestructura comunitaria (INF)*, y *estabilidad habitacional (IEH)*, figura 5-3.

Con los indicadores *CVB*, *CVG* y *CVS*, se busca medir la percepción de la comunidad sobre el cubrimiento de las necesidades básicas en la zona, ya que si una comunidad tiene un alto grado de necesidades básicas insatisfechas, su vulnerabilidad será mayor y su capacidad para enfrentar cambios externos será menor, afectando sus medios de supervivencia.

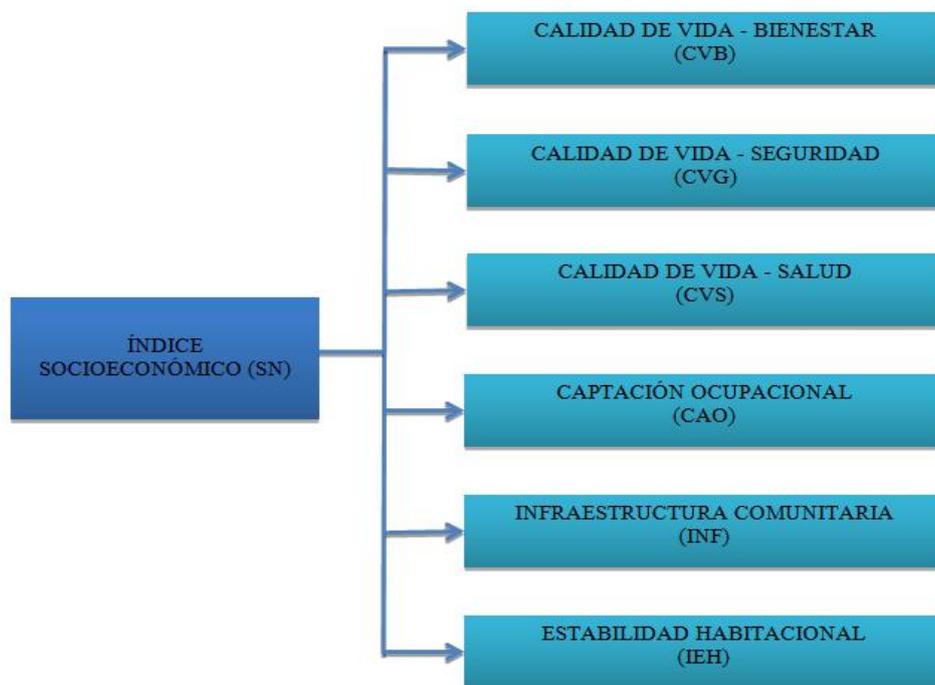


Figura 5-3. Indicadores para determinar el índice socioeconómico (SN).

Otro indicador para el SN es la CAO; a partir de este indicador, se busca medir la generación de trabajo del RYSDJ sobre la comunidad; pues si a pesar de las perturbaciones al medio, el relleno genera la ocupación remunerada de la población en actividades laborales, su vulnerabilidad disminuirá y la capacidad adaptativa frente a los cambios será mayor.

Por otra parte, para medir el índice SN, se estableció el indicador INF. Con él se pretende conocer el nivel de acceso de la comunidad a los servicios básicos, midiendo la presencia de infraestructura pública en la zona, tales como centros de salud, centros educativos, acueducto, alcantarillado y electricidad. Si la comunidad tiene acceso a servicios públicos de calidad, será menos vulnerable a las perturbaciones provocadas por las actividades del relleno.

Finalmente, el último de los indicadores para medir el SN es el IEH. Con este indicador, se busca medir el grado de permanencia de los habitantes en la zona, como un determinante de la organización comunitaria acerca de perturbaciones externas. Si el grado de permanencia de los habitantes de Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo es alto, la

comunidad tendrá una mayor capacidad organizativa para adaptarse a los cambios y por lo tanto, será menor su vulnerabilidad. Para medir el indicador *SN* en la comunidad Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo, se diseñaron 13 preguntas: dos para el indicador *CVB*, una para *CVG*, cuatro para *CVS*, una para *CAO*, cuatro para *INF* y una para el *IEH*. A continuación, en la tabla 5-2 se muestran las preguntas para cada indicador:

Tabla 5-2. Preguntas de la encuesta para el índice socioeconómico.
 Fuente: el autor.

INDICADOR	PREGUNTA	TIPO	ATRIBUTO
<i>CVB</i>	Respecto de la calidad de vida en el barrio, ¿Considera que cuenta con todo lo necesario para vivir?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
	¿Le agrada vivir en este barrio?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
<i>CVG</i>	¿El barrio es un lugar bueno y seguro para vivir?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
<i>CVS</i>	¿Recuerda o piensa en el accidente del RYSDJ en septiembre de 1997?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
	¿Habla de lo que pasó el día del accidente?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
	¿Cómo califica la presencia de vectores (plagas) en el barrio?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
	¿Con qué frecuencia evidencia la presencia de enfermedades generadas por el RYSDJ, en la comunidad?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
<i>CAO</i>	¿La cercanía del RYSDJ trajo al barrio la generación de nuevos trabajos?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
<i>INF</i>	¿La cercanía del RYSDJ trajo al barrio mejoras en el sistema de salud?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
	¿La cercanía del RYSDJ trajo al barrio mejoras en el contorno urbano de la localidad?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
	¿La cercanía del RYSDJ trajo al barrio mejoras en el sistema educativo?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
	¿La cercanía del RYSDJ trajo al barrio mejoras en el sistema de servicios públicos?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
<i>IEH</i>	¿Sabe de vecinos o amigos que se marchan del barrio?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.

Índice institucional SI:

El índice SI se refiere a las normas que determinan la relación entre la comunidad y el RYSDJ, mediante cinco indicadores de análisis: *Capacidad de adaptarse al cambio (CAN)*; *capital social cognitivo (CSC)*; *capital social estructural (CSE)*; *compensación a la comunidad (CCM)*; *actividad organizativa en torno a recursos naturales (ORN)*, figura 5-4.



Figura 5-4. Indicadores para determinar el índice socioeconómico (SI).

El indicador *CAN* pretende medir la capacidad de adaptación de la comunidad, según sus propias circunstancias, para anticiparse a perturbaciones externas que afecten su calidad de vida y sus medios de generación de ingresos. Si las comunidades tienen alta capacidad para adaptarse al cambio, serán menos vulnerables y les será más fácil generar alternativas y estrategias para enfrentarse a los cambios externos.

Otro indicador para medir el índice SI, es el capital social, que para medirlo en la comunidad, se proponen dos indicadores: el capital social estructural (*CASE*) y el capital social cognitivo (*CASC*). El primer indicador se refiere a la capacidad organizativa de la comunidad, según la participación de las personas en organismos comunitarios, como la Junta Administradora Local (JAL), y redes de apoyo. El segundo

indicador se refiere a las normas de confianza, cooperación y solidaridad entre las personas de la comunidad.

El siguiente indicador para medir el *SI* de la comunidad cercana al relleno, es la compensación a la comunidad (*CCM*); con este indicador, se pretende conocer la percepción de los encuestados en cuanto a las medidas de compensación impulsadas por el relleno para mitigar los impactos negativos de sus perturbaciones sobre el entorno natural, y disminuir la vulnerabilidad de la comunidad.

El último indicador para medir el índice *SI* es la actividad organizativa sobre recursos naturales (*ORN*); con este indicador, se busca destacar el trabajo organizativo de la comunidad en la gestión de recursos naturales. Si la comunidad ha desarrollado un alto nivel organizativo para enfrentarse a problemáticas ambientales, su capacidad de respuesta para mitigar cambios que afecten el uso de los recursos será mayor, y por lo tanto, disminuirá su vulnerabilidad.

Para medir el índice *SI* en la comunidad cercana al relleno, se diseñaron 17 preguntas: dos para el indicador *CAN*, ocho para el indicador *CSE*, cuatro para el indicador *CSC*, una para el indicador *CCM* y dos para el indicador *ORN*, que se resumen en la tabla 5-3.

Tabla 5-3. Preguntas de la encuesta para el índice institucional.
 Fuente: el autor.

INDICADOR	PREGUNTA	TIPO	ATRIBUTO
CAN	¿El RYSDJ permite el desarrollo de un proyecto de educación ambiental?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
	Respecto a la calidad de vida en el barrio, ¿Considera que las políticas y acciones de los órganos municipales son buenas?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
CSE	¿La cercanía al RYSDJ trajo al barrio la consolidación de los núcleos familiares?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
	¿Participó de alguna forma en las labores de recuperación del área afectada por el accidente del RYSDJ en 1997?	Dicotómica	Sí/No
	¿Visita o tiene algún tipo de contacto con el RYSDJ?	Dicotómica	Sí/No
	¿Creo que mi participación en la comunidad tiene un resultado positivo?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
	¿Toma parte activa en las decisiones de la comunidad?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante.

	¿Los representantes de mi comunidad tienen en cuenta mis opiniones?	Ordinal	4: Mucho. 1: Nada. 2: Poco. 3: Bastante.
	¿Participa en actividades locales o eventos (bazares, festivales, ferias, etc.)?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
	¿Contribuyo con causas locales u obras de caridad a personas del barrio?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
CSC	El RYSDJ, ¿Permite disfrutar de tranquilidad y seguridad a la población?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
	¿Puedo influir en lo que pasa en el barrio?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
	¿Realizo actividades con otros vecinos para mejorar mi barrio?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
	¿Las relaciones entre vecinos son buenas?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
CCM	¿La administración del RYSDJ compensa de alguna forma a la comunidad?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
ORN	¿La cercanía al RYSDJ trajo al barrio generación de turismo?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.
	¿Participa en actividades de carácter ambiental en mi barrio? ¿Cuáles?	Ordinal	1: Nada 2: Poco. 3: Bastante. 4: Mucho.

5.2.3 Fase 3: Teorización

Durante esta fase, las respuestas dadas a las preguntas para cada indicador, por las personas de la comunidad encuestadas, se cuantifican para generar un valor que permita reconocer el potencial de CAC, y diseñar estrategias para la emergencia de un nuevo ecosistema.

5.3 Diseño de la encuesta

El diseño de la encuesta se basó en la información obtenida de la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP), así como de la Alcaldía menor de Ciudad Bolívar, en la jurisdicción de los Mochuelos, con una población de 6.387 habitantes, distribuidos en 1.553 hogares.

5.3.1. Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra n se calculó con base en la fórmula propuesta por el SEQC, (2013):

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

En donde: N = tamaño de la población
 Z_{α}^2 = nivel de confianza
 p = probabilidad de éxito o proporción esperada
 q = probabilidad de fracaso
 d = precisión (error máximo admisible en términos de proporción)

$N= 7000$, $Z_{\alpha}^2 = 1,96^2$ para un 95%, $p= 0,05$, $q= (1-p) = 0,95$ $d= 0,06$

Dando como resultado el número de la muestra, $n = 50,33 \pm 50$

Sin embargo, para el desarrollo del estudio y buscando mayor confiabilidad, se muestrearon 500 personas. Los encuestados fueron habitantes de los barrios aledaños al relleno sanitario, elegidos al azar y que participaron del estudio de manera voluntaria. Se encuestaron 290 mujeres y 210 hombres entre los 18 y 92 años, los cuales fueron clasificados por género según se aprecia en la figura 5-5, por edades en la figura 5-6 y según el nivel de estudios, figura 5-7.

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA MUESTRA POR GÉNERO

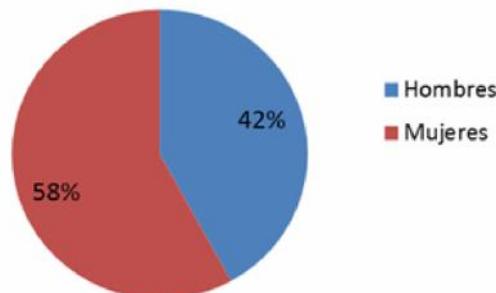


Figura 5-5. Correspondiente a la distribución por género de la comunidad encuestada

CLASIFICACIÓN ETÁREA DE LA POBLACIÓN

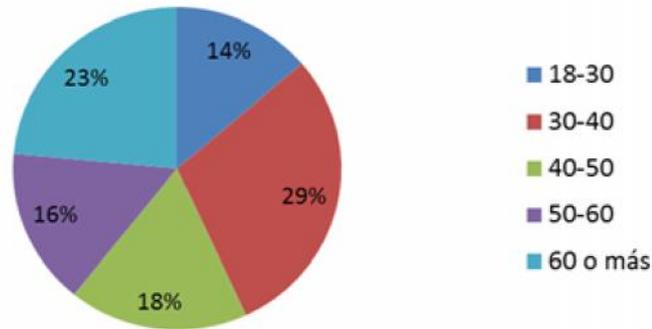


Figura 5-6. Correspondiente a la distribución por edades de la comunidad encuestada

NIVEL DE ESTUDIO

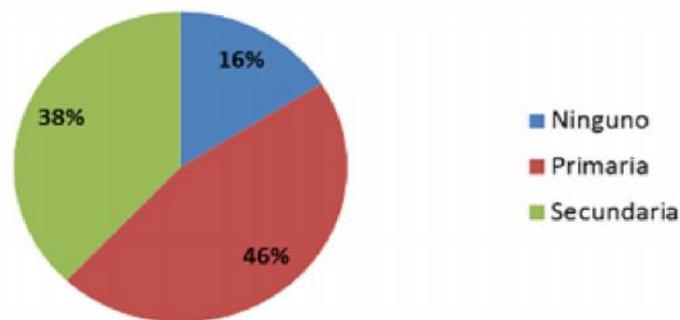


Figura 5-7. Correspondiente a la distribución por nivel de estudios de la comunidad encuestada

5.4. Resultados

Para realizar el análisis del *CAC* según de los resultados de la encuesta-y después de clasificar cada pregunta según el índice y el indicador, se procedió a elaborar una hoja de cálculo con los resultados cuantitativos para cada índice propuesto, es decir: índice socioecológico (*SE*), índice socioeconómico (*SN*), e índice institucional (*SI*). Cada índice aporta el 33,33% en la medición de la *CAC*-y las preguntas de cada indicador, se valoraron según la cantidad y el valor total del índice, según la fórmula:

$$\text{Valor de cada pregunta} = \frac{\text{Valor total del índice}}{\text{Total de preguntas del índice}}$$

En la tabla 5-4, se muestra el valor de cada pregunta, según el índice. Los valores relativos obtenidos para cada índice e indicador, se pasaron posteriormente a una escala absoluta para comparar los resultados y arrojar un valor cuantitativo de la CAC.

Tabla 5-4. Valor porcentual de cada pregunta según el índice.

ÍNDICE	VALOR DEL ÍNDICE	NÚMERO DE PREGUNTAS	VALOR DE CADA PREGUNTA
Socioecológico SE	33,33%	7	4,8%
Socioeconómico SN	33,33%	13	2,6%
Institucional SI	33,33%	17	2,0%

5.5. Índice socioecológico (SE)

Con los valores absolutos obtenidos para cada indicador, se obtiene el valor absoluto del índice socioecológico, tal como se aprecia en la figura 5-8. La medición del índice (SE), se realizó a partir de dos indicadores: *Comprensión del entorno natural (CEN)*, y el de *Dependencia del uso de los recursos naturales (DUR)*.

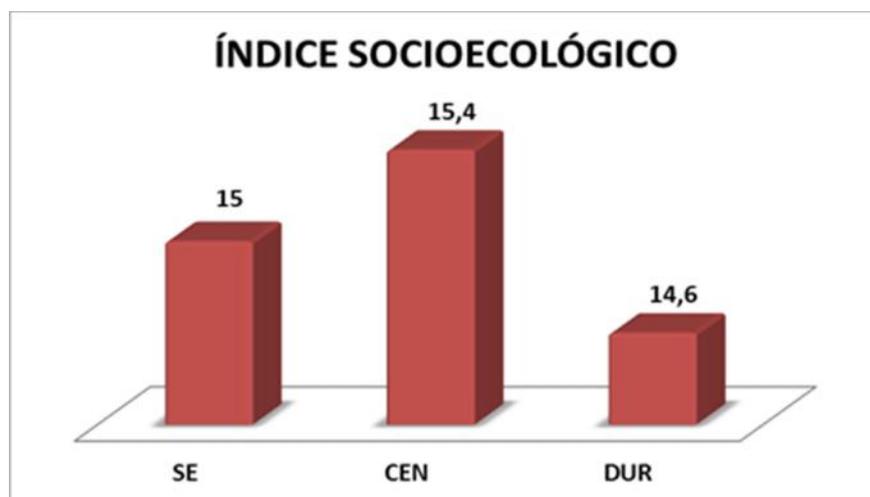


Figura 5-8. Valor absoluto del índice socioecológico SE

5.5.1. Compresión del entorno natural (CEN).

Para este indicador, se plantearon cinco preguntas de característica ordinal. La primera de ellas se valoró en una escala de 1 a 5, y las restantes en una escala de 1 a 4. Se cuantificó el valor asignado para cada encuestado en cada pregunta, determinando el valor relativo y el valor absoluto, como se muestra en la tabla 5-5.

Tabla 5-5. Valores resultantes para el indicador (CEN)

PREGUNTA	Valor máximo (relativo)	Valor resultante de la encuesta	Valor resultante de la encuesta (absoluto)
¿Piensa que el RYSDJ genera algún beneficio ambiental para la comunidad?	4,8	0,6	12,5
¿El RYSDJ contribuye a mantener el aire limpio?	4,8	0,7	14,6
¿El RYSDJ contribuye a regular la temperatura del ambiente?	4,8	0,6	12,5
¿El RYSDJ evita la erosión y la pérdida de suelos?	4,8	1	20,8
¿El RYSDJ permite el movimiento de especies nativas y ayuda a su conservación?	4,8	0,8	16,7
VALOR PROMEDIO			15,4

La percepción general de la muestra encuestada, estima que el RYSDJ no genera algún beneficio, al contrario, los malos olores producidos por el biogás formado en los procesos de gestión interna del relleno, vertidos a la atmósfera sin algún tipo de control, son una fuente de contaminación del aire; una vez en la atmósfera, se convierten en factores que inciden en el efecto invernadero, desencadenando cambios bruscos en la temperatura del ambiente que repercute en la salud de la comunidad.

Entre los aspectos positivos percibidos por los encuestados, se evidenció que el RYSDJ, en el proceso de clausura de las zonas colmatadas, viene sembrando especies gramíneas que generan un manto vegetal que evita la pérdida de suelos, los protege de procesos erosivos y mejora la calidad de paisaje.

En cuanto al movimiento de especies, los encuestados perciben que es mínimo. En la observación de campo, se estableció la presencia de algunas especies de aves insectívoras que recurren al relleno, para proveerse de alimento de las especies que habitan en los pastos.

5.5.2. Dependencia del uso de los recursos naturales (*DUR*)

Para este indicador, se plantearon dos preguntas de característica ordinal, valoradas de 1 a 4. El valor asignado por cada uno de los encuestados en cada pregunta, se cuantificó y se determinó su valor relativo y su valor absoluto, como se muestra en la tabla 5-6.

Tabla 5.6. Valores resultantes para el indicador DUR

<i>PREGUNTA</i>	<i>Valor máximo (relativo)</i>	<i>Valor obtenido en la encuesta</i>	<i>Valor obtenido (absoluto)</i>
¿El RYSDJ permite que la calidad del agua para consumo sea mejor?	4,8	0,7	14,6
¿El RYSDJ permite observar un paisaje estético, bonito y tranquilo?	4,8	0,7	14,6
VALOR PROMEDIO			14,6

Según los resultados cuantitativos de este indicador, se evidencia que la gestión del relleno viene produciendo un proceso de contaminación de la calidad del agua, generado por la infiltración de lixiviados en los mantos inferiores del suelo, y que llegan a las aguas subterráneas. Por otra parte, el RYSDJ vierte lixiviados a las corrientes naturales y quebradas que llegan al río Tunjuelo en la parte baja, y la comunidad capta el agua para consumo, de la parte alta de la cabecera del río que no está contaminada, puesto que el relleno se encuentra localizado en la parte baja del río; se resalta que el relleno no contamina el agua de consumo, lo cual es una percepción generalizada.

El valor obtenido para este indicador es 15,0. Este valor muestra que la comunidad tiene una percepción negativa de la presencia del RYSDJ en el área, y lo responsabiliza de todos los problemas relacionados con la calidad de vida de la comunidad (nivel de vulnerabilidad alto).

5.6. Índice socioeconómico (*SN*)

La medición del índice *SN*, se realizó a partir de seis indicadores: *Calidad de vida – Bienestar CVB*; *Calidad de vida – Seguridad CVG*; *Calidad de vida – Salud CVS*;

Captación ocupacional CAO, Infraestructura comunitaria INF y Estabilidad habitacional EH.

5.6.1. Calidad de vida – Bienestar (CVB)

Para este indicador, se plantearon dos preguntas de característica ordinal, valoradas en una escala de 1 a 4. El valor asignado en cada pregunta por los encuestados, se cuantificó y determinó el valor relativo y el valor absoluto, como se muestra en la tabla 5-7.

<i>Tabla 5-7. Valores resultantes para el indicador CVB</i>			
<i>PREGUNTA</i>	<i>Valor máximo (relativo)</i>	<i>Valor resultante de la encuesta</i>	<i>Valor resultante de la encuesta (absoluto)</i>
Respecto de la calidad de vida en el barrio, ¿Considera que cuenta con todo lo necesario para vivir?	2,6	1,4	53,85
¿Le agrada vivir en este barrio?	2,6	1,5	57,69
VALOR PROMEDIO			55,77

Los resultados de la encuesta muestran que la percepción de los habitantes sobre la calidad de vida en el barrio, es aceptable, les gusta vivir en él, y asumen que los problemas que se presentan en el lugar, son generados por el RYSDJ.

5.6.2. Calidad de vida – Seguridad CVG

Para este indicador, se planteó una pregunta de característica ordinal, en una escala de 1 a 4. El valor asignado por los encuestados a la pregunta, se cuantificó para determinar el valor relativo y el valor absoluto, como se muestra en la siguiente tabla 5-8.

PREGUNTA	Valor máximo (relativo)	Valor resultante de la encuesta	Valor resultante de la encuesta (absoluto)
¿El barrio es un lugar bueno y seguro para vivir?	2,6	1,2	46,15
VALOR PROMEDIO			46,15

En coincidencia con el indicador anterior, la percepción de la comunidad sobre la vida en el barrio es aceptable, cerca del 50% de los encuestados considera que es un lugar bueno y seguro para vivir.

5.6.3. Calidad de vida – Salud - CVS

Para este indicador, se plantearon cuatro preguntas de característica ordinal, valoradas en una escala de 1 a 4. El valor asignado en cada pregunta por los encuestados, se cuantificó y se determinó el valor relativo y el valor absoluto, como se muestra en la siguiente tabla 5-9.

PREGUNTA	Valor máximo (relativo)	Valor resultante de la encuesta	Valor resultante de la encuesta (absoluto)
¿Recuerda o piensa en el accidente del RYSDJ en septiembre de 1997?	2,6	1,9	73,08
¿Habla de lo que pasó el día del accidente?	2,6	2,1	80,77
¿Cómo califica la presencia de vectores (plagas), en el barrio?	2,6	0,5	19,23
¿Con qué frecuencia evidencia la presencia de enfermedades generadas por el RYSDJ en la comunidad?	2,6	0,7	26,92
VALOR PROMEDIO			50,00

Para este indicador, se realizaron cuatro preguntas. Las dos primeras, asociadas al accidente ocurrido en 1997. En ellas, se detectó que los integrantes de la comunidad ya no recuerdan ni hablan del accidente, como un evento superado en la memoria colectiva lo cual reduce la percepción de vulnerabilidad de la misma comunidad. La siguiente pregunta se dirigió hacia la presencia de vectores (plagas), en el barrio. Según la

comunidad, hay una gran presencia de roedores (ratas y ratones), gasterópodos, zancudos y moscas que inciden en la calidad de vida y la salud de los habitantes.

La última pregunta se concentró en la frecuencia con la cual se presentan enfermedades generadas por el RYSDJ. Los encuestados piensan que las principales enfermedades provocadas por el relleno son las enfermedades respiratorias (gripe, asma, bronquitis, etc.), seguidas por enfermedades digestivas y de la visión. En menor medida, consideran que también el RYSDJ es la causa de cefaleas (dolores de cabeza frecuente), y fiebre recurrente. En general, la comunidad tiene la percepción de que el relleno incide en gran medida en la presencia de plagas y enfermedades que deterioran su salud y calidad de vida.

5.6.4. Captación ocupacional CAO

Para este indicador, se elaboró una pregunta de característica ordinal, valorada en una escala de 1 a 4. El valor asignado a la pregunta por los encuestados, se cuantificó para determinar el valor relativo y el valor absoluto, como se muestra en la tabla 5-10.

Tabla 5-10. Valores resultantes para el indicador CAO

PREGUNTA	Valor máximo (relativo)	Valor resultante de la encuesta	Valor resultante de la encuesta (absoluto)
¿La cercanía del RYSDJ trajo al barrio la generación de nuevos trabajos?	2,6	1,3	50,00
VALOR PROMEDIO			50,00

La respuesta a la pregunta de este indicador, muestra opiniones divididas. La mitad de los encuestados considera que el relleno generó nuevos trabajos para los habitantes de la comunidad y la otra mitad, consideró que la generación de trabajos no es representativa. En las visitas a la zona, se comprobó que la mayoría de los habitantes del barrio que ingresan en el relleno, lo hacen por trabajo, siendo este uno de las pocas interacciones que existen entre la comunidad y el relleno.

5.6.5. Infraestructura comunitaria *INF*

Para este indicador, se diseñaron cuatro preguntas de característica ordinal, valoradas en una escala de 1 a 4. El valor asignado en cada pregunta por los encuestados, se cuantificó y determinó el valor relativo y el valor absoluto, como se muestra en la tabla 5-11.

Tabla 5-11. Valores resultantes para el indicador INF

<i>PREGUNTA</i>	<i>Valor máximo (relativo)</i>	<i>Valor resultante de la encuesta</i>	<i>Valor resultante de la encuesta (absoluto)</i>
¿La cercanía del RYSDJ trajo al barrio mejoras en el sistema de salud?	2,6	0,4	15,4
¿La cercanía del RYSDJ trajo al barrio mejoras en el contorno urbano de la localidad?	2,6	0,8	30,8
¿La cercanía del RYSDJ trajo al barrio mejoras en el sistema educativo?	2,6	1,2	46,2
¿La cercanía del RYSDJ trajo al barrio mejoras en el sistema de servicios públicos?	2,6	0,9	34,6
VALOR PROMEDIO			31,7

Para la medición del indicador sobre infraestructura comunitaria, se realizaron cuatro preguntas relacionadas con los beneficios traídos por la cercanía al RYSDJ. La primera de ellas, se enfocó hacia las mejoras en el sistema de salud; se obtuvo un valor relativo bajo (15,4%), que indica que la personas encuestadas consideran que la cercanía al relleno no ha aportado beneficios al sistema de salud y por el contrario, en concordancia con las preguntas hechas en el indicador calidad de vida – salud, este es una de las causas de enfermedades y presencia de plagas en la zona.

Por otra parte, en las preguntas sobre mejoras en el contorno urbano y los servicios públicos, se obtuvo valores similares (30,8 y 34,6%). Los valores muestran que según los encuestados, las mejoras en el contorno urbano y los servicios públicos son bajas, debido a la presencia del RYSDJ.

La última pregunta muestra una percepción más alta de los encuestados sobre las mejoras al sistema educativo. Estas mejoras están relacionadas con las capacitaciones y desarrollo de cursos cortos ofrecidos por el RYSDJ.

5.6.6. Estabilidad habitacional - *EH*

Para este indicador, se elaboró una pregunta de característica ordinal, valorada en una escala de 1 a 4. El valor asignado a la pregunta por los encuestados, se cuantificó para determinar el valor relativo y el valor absoluto, como se muestra en la tabla 5-12.

Tabla 5-12. Valores resultantes para el indicador EH

<i>PREGUNTA</i>	<i>Valor máximo (relativo)</i>	<i>Valor resultante de la encuesta</i>	<i>Valor resultante de la encuesta (absoluto)</i>
¿Sabe de vecinos o amigos que se marchan del barrio?	2,6	0,9	34,6
VALOR PROMEDIO			34,60

Las respuestas a este último indicador, muestra que la estabilidad habitacional en la comunidad cercana al RYSDJ es baja. Los encuestados refieren una alta movilidad de vecinos y amigos, hacia otros lugares.

El índice socioeconómico arroja un valor absoluto de 44,7. Este valor, aunque es el más alto entre los tres índices, muestra que los encuestados no perciben al RYSDJ como generador de beneficios socioeconómicos, sino por el contrario y en concordancia con el índice socioecológico, Doña Juana se percibe como un factor generador de problemas de salud, que no ha traído adelantos al barrio y una de las causas de movilidad habitacional de la comunidad.

La medición del índice socioeconómico se realizó mediante el análisis de los valores absolutos obtenidos para cada indicador. Así, se obtuvo el valor absoluto del índice socioeconómico, como se aprecia en la figura 5-9.

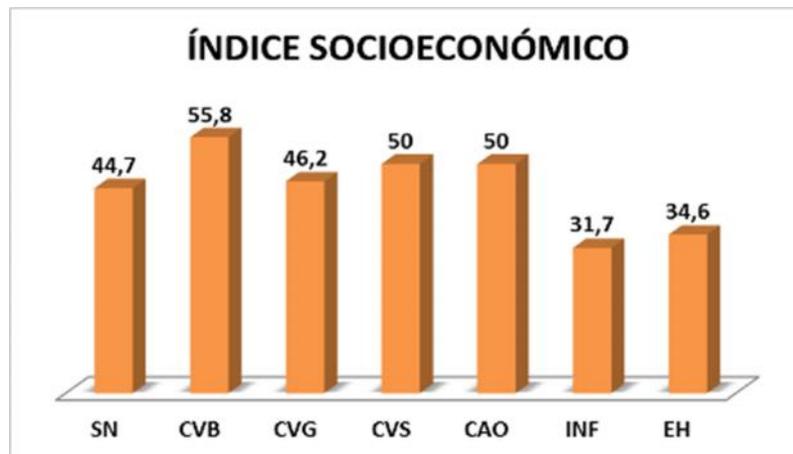


Figura 5-9. Valor absoluto del índice socioeconómico

5.7. Índice institucional (SI)

La medición del índice institucional (SI), se realizó a partir de cinco indicadores: *Capacidad de anticiparse al cambio CAN*; *Capital social estructural CASE*; *Capital social cognitivo CASC*; *Compensación a la comunidad CC* y *Actividad organizativa en torno a los recursos naturales ORN*, que se observan en la figura 5-10.

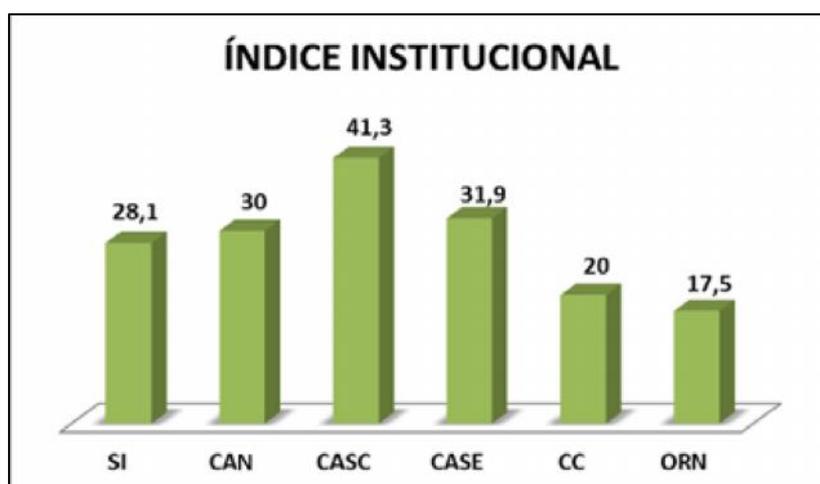


Figura 5-10. Valor absoluto del índice institucional

5.7.1. Capacidad de anticiparse al cambio (CAN)

Para este indicador, se plantearon dos preguntas de característica ordinal, valoradas en una escala de 1 a 4. El valor asignado en cada pregunta por los encuestados, se cuantificó y se determinó el valor relativo y el valor absoluto, como se muestra en la tabla 5-13.

Tabla 5-13. Valores resultantes para el indicador CAN

<i>PREGUNTA</i>	<i>Valor máximo (relativo)</i>	<i>Valor resultante de la encuesta</i>	<i>Valor resultante de la encuesta (absoluto)</i>
¿El RYSDJ permite el desarrollo de un proyecto de educación ambiental?	2,0	0,5	25
Respecto de la calidad de vida en el barrio, ¿Considera que las políticas y acciones de los órganos municipales son buenas?	2,0	0,7	35
VALOR PROMEDIO			30,0

Para medir el indicador de *CAN*, se realizaron dos preguntas que presentan resultados similares. En primer lugar, los encuestados consideran que el RYSDJ no ha generado estrategias para construir un proyecto de educación ambiental, y además, las políticas y acciones de los órganos municipales no son buenas. Estos resultados indican que la comunidad de Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo tiene una baja capacidad para anticiparse a los cambios, lo cual aumenta su vulnerabilidad ante perturbaciones externas, y disminuye su capacidad adaptativa.

5.7.2. Capital social estructural - CASE

Para este indicador, se plantearon ocho preguntas, seis de característica ordinal, valoradas en una escala de 1 a 4 y dos dicotómicas Sí/No. El valor asignado en cada pregunta por los encuestados, se cuantificó y determinó el valor relativo y el valor absoluto, como se muestra en la tabla 5-14.

Tabla 5-14. Valores resultantes para el indicador CASE

<i>PREGUNTA</i>	<i>Valor máximo (relativo)</i>	<i>Valor resultante de la encuesta</i>	<i>Valor resultante de la encuesta (absoluto)</i>
¿La cercanía al RYSDJ trajo al barrio la consolidación de los núcleos familiares?	2,0	0,4	40,0
¿Participó de alguna forma en las labores de recuperación del área afectada por el accidente del RYSDJ en 1997?	2,0	0,3	15,0
¿Visita o tiene algún tipo de contacto con el RYSDJ?	2,0	0,4	20,0
¿Creo que mi participación en la comunidad tiene un resultado positivo?	2,0	0,9	60,0
¿Toma parte activa en las decisiones de la comunidad?	2,0	0,8	55,0
¿Los representantes de mi comunidad tienen en cuenta mis opiniones?	2,0	0,7	55,0
¿Participa en actividades locales o eventos (bazares, festivales, ferias, etc.)?	2,0	0,9	60,0
¿Contribuyo con causas locales u obras de caridad a personas del barrio?	2,0	0,7	50,0
VALOR PROMEDIO			31,9

El indicador capital social estructural (*CASE*), se cuantificó con ocho preguntas para medir el grado de participación de los habitantes en las organizaciones comunitarias. La pregunta con el menor resultado absoluto fue la dirigida hacia la participación en las labores de recuperación del área afectada por el accidente de 1997 (es importante aclarar que para esta pregunta, sólo se tuvo en cuenta, las respuestas de las personas que habitaban el lugar cuando sucedió el accidente).

En esa época, las personas no participaron en labores de recuperación del área, porque el ambiente era nocivo para la salud y las autoridades no permitieron el ingreso de personal no entrenado en labores de recuperación. Se evidencia entonces, que en la comunidad no había personas capacitadas para enfrentarse a perturbaciones de este tipo.

Por otra parte, las personas encuestadas no consideran que la cercanía al RYSDJ fomente la consolidación de los núcleos familiares; y la poca interacción que se tiene con él, es mediada por relaciones laborales. Se observa que la participación de los

encuestados en actividades organizadas por los líderes comunales es aceptable y en general, consideran que sus opiniones son tomadas en cuenta con un efecto de inclusión positiva en el barrio.

5.7.3. Capital social cognitivo (CASC)

Para este indicador, se plantearon ocho preguntas, seis de característica ordinal, valoradas en una escala de 1 a 4 y dos dicotómicas Sí/No. El valor asignado en cada pregunta por los encuestados, se cuantificó y determinó el valor relativo y el valor absoluto, como se muestra en la tabla 5-15.

Tabla 5-15. Valores resultantes para el indicador CASC

PREGUNTA	Valor máximo (relativo)	Valor resultante de la encuesta	Valor resultante de la encuesta (absoluto)
El RYSDJ, ¿Permite disfrutar de tranquilidad y seguridad a la población?	2,0	0,5	25,0
¿Puedo influir en lo que pasa en el barrio?	2,0	0,7	35,0
¿Realizo actividades con otros vecinos para mejorar mi barrio?	2,0	0,8	40,0
¿Las relaciones entre vecinos son buenas?	2,0	1,3	65,0
VALOR PROMEDIO			41,3

5.7.4. Compensación a la comunidad (CC)

Para este indicador, se diseñó una pregunta de característica ordinal, valorada en una escala de 1 a 4. El valor asignado en la pregunta por los encuestados, se cuantificó para determinar el valor relativo y el valor absoluto, como se muestra en la tabla 5-16.

Tabla 5-16. Valores resultantes para el indicador CC

PREGUNTA	Valor máximo (relativo)	Valor resultante de la encuesta	Valor resultante de la encuesta (absoluto)
¿La administración del RYSDJ compensa de alguna forma a la comunidad?	2,0	0,4	20,0
VALOR PROMEDIO			20,0

Las pocas personas que afirmaron la existencia de una compensación a la comunidad por parte del RYSDJ, hacen referencia a las relaciones laborales. Así, es claro que no existen políticas de compensación por parte de la UAES y el Operador del relleno hacia la comunidad. Las soluciones a las problemáticas que deterioran la calidad de vida de las habitantes de la comunidad, originadas por las actividades del relleno no son suficientes para que la población cambie su percepción de manera determinante.

Como complemento, en las visitas a la zona se evidenció que las únicas actividades de compensación ambiental que realiza el RYSDJ, es el control de vertimiento de gases de efecto invernadero a la atmósfera, en aproximadamente un 40%.

5.7.5. Actividad organizativa en torno a los recursos naturales (ORN)

Para este indicador, se diseñó una pregunta de característica ordinal, valorada en una escala de 1 a 4. El valor asignado en la pregunta por los encuestados, se cuantificó para determinar el valor relativo y el valor absoluto, como se muestra en la tabla 5-17.

Tabla 5-17. Valores resultantes para el indicador ORN

PREGUNTA	Valor máximo (relativo)	Valor resultante de la encuesta	Valor resultante de la encuesta (absoluto)
¿La cercanía al RYSDJ generó turismo para el barrio?	2,0	0,1	5,0
¿Participo en actividades de carácter ambiental en mi barrio? ¿Cuáles?	2,0	0,6	30
VALOR PROMEDIO			17,5

Los resultados a este indicador, muestran que la cercanía al RYSDJ no genera turismo en la zona, y la participación de los habitantes en actividades de carácter ambiental es baja; lo anterior se debe al aislamiento y la restricción que hay para el ingreso en el mismo por motivos de seguridad y salubridad. Se denota una baja actividad organizativa acerca de los recursos naturales de la zona, factor que constituye un aumento de la vulnerabilidad y disminución de la CAC.

Con los valores absolutos obtenidos para cada indicador, se obtuvo el valor absoluto del índice institucional. Este valor resulta relativamente bajo, 28,1% y muestra que no son claras o no existen normas y reglas, formales e informales, para determinar la relación entre la comunidad o las áreas naturales con el RYSDJ.

5.8. Capacidad adaptativa de la comunidad - CAC

La combinación de los índices socioecológico, socioeconómico e institucional, arrojaron un valor cuantitativo para determinar la CAC, en un valor de 29,9 que se presenta en la figura 5-11.



Figura 5-11. Valor absoluto del índice de CAC

Este resultado evidencia que la comunidad cercana al relleno sanitario, presenta una capacidad de resiliencia en un nivel medio bajo, lo cual podría deducirse de la falta de formación y conocimiento sobre su entorno natural que presenta la comunidad, al desconocer la importancia que tiene la relación naturaleza sociedad y en especial, sobre los servicios que le presta el ecosistema. El aislamiento del relleno genera una desvinculación gradual de las obligaciones y compromisos del factor social sobre su entorno, y la necesidad de tomar una postura activa sobre el direccionamiento de la gestión del relleno y su responsabilidad en la formación de la emergencia de un nuevo

ecosistema. Por lo tanto, es una comunidad con alta vulnerabilidad y baja capacidad adaptativa, que se traduce en bajo potencial de resiliencia, como se muestra en la figura 5-12.

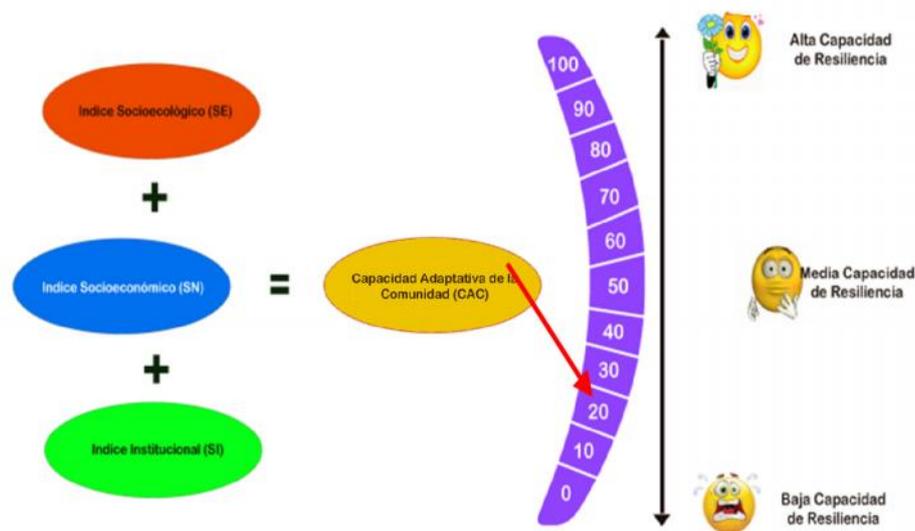


Figura 5-12. Índices para estimación de la capacidad de Resiliencia. Fuente: el autor

5.9. Consideraciones

Al analizar la percepción que tiene la población cercana al relleno, aplicando una encuesta semiestructurada, se obtuvo un valor estimado de 29,9 de CAC; este valor invita a reflexionar sobre las diferentes alternativas para activar un ciclo de transformación de la historia de la vulnerabilidad y por consiguiente, de baja resiliencia.

Si bien, la percepción actual de la comunidad sobre la gestión del relleno, es de una actividad perturbadora que solo les genera problemas de salud y contaminación, esta percepción podría ser resignificada, utilizándola para aprender a reconocer este ecosistema degradado como una posibilidad futura de visibilizar el surgimiento de un ecosistema emergente, diferente al existente y que puede ofrecer nuevos ecoservicios.

En el momento cuando se clausure el relleno sanitario, y con el apoyo de los actores, la cobertura del sello se puede recuperar, permitiendo el aumento de la biodiversidad que de forma dinámica, interactuaría en conectividad con el ecosistema circundante, ayudando a la comunidad, a transformar su percepción sobre el relleno, e invitándola a tomar una postura diferente, dejando de culpar al relleno, como el generador de todas sus perturbaciones y permitirle aumentar su nivel de resiliencia, mediante su inclusión en la toma de decisiones y en la participación para la protección, conservación y gestión del nuevo ecosistema.

Entre los aspectos de importancia a resaltar es la falta de estudios relacionados con la dinámica poblacional entorno a las relaciones socioecológicas de estas comunidades y el relleno sanitario; lo anterior lleva a realizar un análisis de las tendencias que presenta la investigación respecto a este tema; permitiendo evidenciar la injerencia de las ciencias sociales en los estudios y publicaciones a partir de la literatura consultada para el desarrollo de este trabajo.



Capítulo 6

Una aproximación a las tendencias del conocimiento: Su injerencia en la gestión de los rellenos sanitarios

Análisis de la dinámica sobre la gestión del RELLENO SANITARIO DE DOÑA JUANA (Bogotá, Colombia), como factor de perturbación: Una aproximación conceptual desde los sistemas ecológicos emergentes y la resiliencia

6. Una aproximación a las tendencias del conocimiento y su injerencia en la gestión de los rellenos sanitarios

El presente capítulo busca dar una visión sobre el estado de la investigación respecto a la recuperación de los espacios que han sido degradados por el desarrollo de rellenos sanitarios, buscando una orientación hacia una toma de decisiones que permitan plantear medidas más indicadas. De igual manera el incorporar la investigación en estos procesos, es un factor de importancia para monitorear las tendencias sociales y ambientales que orientan los usos futuros que se vienen dando a estos espacios al momento de ser clausurados. La dinámica de este capítulo se centra en el análisis cuantitativo de la investigación que se ha realizado en el mundo durante los últimos cinco años (2010 – 2015), en el área de la restauración de los espacios degradados producto de la gestión de los rellenos sanitarios; y sus efectos como factor perturbador como en la búsqueda de soluciones para la generación de ecosistemas emergentes.

Los rellenos sanitarios son el producto de una dinámica social que ha resultado de la generación de un gran volumen de residuos sólidos, que día a día se incrementa, y que requieren de ser dispuestos en un lugar seguro y apartado. Esta dinámica ha dado como resultado la transformación de los ecosistemas, llevándolos al extremo de minimizar su capacidad para generar servicios, afectando la calidad de vida de las comunidades circundantes a estos.

El ser humano ha entendido con el tiempo que su relación con el sistema natural es de suma importancia y que toda acción que este realice sobre el medio natural, tiene como reacción unas consecuencias que podrían llegar a ser letales para su propia existencia (Valero, 2015). Sin embargo la degradación de los ecosistemas puede tener una solución

con el apoyo de la ciencia y la participación del sistema social que lleve a la generación o el surgimiento de un nuevo ecosistema.

La gobernanza sólo puede apoyarse en la ciencia para desarrollar una correcta toma de decisiones, buscando establecer políticas, estrategias y planes de manejo que coadyuven a dar soluciones a una problemática tan grande como es la degradación de espacios naturales para el desarrollo de proyectos de infraestructura. Por esto la investigación científica adquiere gran importancia por su capacidad para analizar, evaluar, e identificar las diversas tendencias antropogénicas que impactan el estado natural de los ecosistemas (Tapia *et al.*, 2009).

La deficiente capacidad de investigación en esta área, se oriente a dar solución a un problema sentido a nivel internacional, como lo es la degradación de espacios para la operación de rellenos sanitarios, así como sus efectos sobre el socio ecosistema y los posibles usos que la restauración lleva a explorar los diversos puntos de vista de la interdisciplinaridad que la temática pueda estar generando a nivel mundial; esto busca fomentar una línea de investigación que dé herramientas a la participación dinámica de todos los actores implicados.

6.1. Tratamiento de la información

El diagnóstico del estado de la investigación de los rellenos sanitarios y sus efectos sobre los socioecosistemas, se basa en una revisión inicial de 400 artículos referenciados entre los años 2010 y 2015. Su análisis se desarrolló por etapas; donde en su inicio se compiló la información en una base de datos en la que se incluyeron referencias bibliográficas publicadas por diversos medios escritos y digitales que incluyen temáticas relacionadas con los rellenos sanitarios, los ecosistemas emergentes, la resiliencia, la restauración y los residuos sólidos como eje central.

En la segunda etapa se desarrolló la depuración de la base de datos bibliográficos, buscando determinar las posibles duplicidades y descartando aquellas que fueran de

fecha inferior al 2010, como las que hacen referencia a procesos metodológicos. De igual forma se desarrolló una matriz que compiló una serie de elementos para cada una de las publicaciones, ver tabla 6-1, que permitió hacer una identificación profunda de estas como diferenciar la literatura gris (informes, manuscritos, manuales, reportes, noticias, tesis etc.) de la bibliografía formal.

Las referencias se categorizaron con base a 12 palabras clave que permitieron la clasificación en cuanto a la temática principal y 59 subtemas. De las referencias evaluadas se estableció que el 86,5% de esta bibliografía se encuentra publicada y referida al tema principal de investigación.

La verificación de la base de datos bibliográfica utilizada en este trabajo, asumió como base 400 referencias; de estas solo se tomó un muestra de 346, excluyendo los documentos de fechas anteriores al 2010 y aquellos que no tenían referencia directa al título del trabajo.

Entre los elementos que conforman el formato bibliográfico (anexo B), sobre el que se realizó el análisis se encuentran:

- Año de la publicación
- Número de investigadores por publicación
- Tema principal
- Subtema relacionado
- Nombre de la publicación
- Carácter de la publicación
- Tipo de publicación
- Forma del producto
- Editorial
- Idioma del artículo
- Indexación
- Origen de la publicación
- Carácter de la investigación
- Tipo de la investigación
- País de origen de la publicación
- Área del conocimiento

Tabla 6-1. Clasificación de los Temas y Subtemas desarrollados con la temática de la investigación. Fuente: el autor

<i>Tema principal</i>	<i>Subtema</i>
Función de los ecosistemas	Función de cultural Función de capital natural Función de producción Función de información Función de paisaje
Ecosistemas emergentes	Gestión Gobernanza
Gestión de rellenos sanitarios	Disposición de los residuos sólidos Accidentes Capacitación social Contaminación Etapas de operación Gobernanza Impacto ambiental Manejo integral Minería de vertederos Restauración
Gestión de residuos sólidos	Acumulación Cambio climático Reciclaje - Recicladores Salud ambiental Salud social Formas de disposición
Gobernanza	Socioecológica Ambiental
Perturbación	Cambio climático Natural o ecológica Social
Resiliencia	Adaptativa Cambio climático Espacial y sostenible Social Socioecológica Urbana Sostenibilidad Vulnerabilidad
Restauración	Ecológica Gobernanza Socioecológica
Sistemas complejos	Adaptativos Cambio climático Capital natural Socioecológicos Urbano - rural servicios de los ecosistemas Sostenibilidad
Sistema Social	Conflictos ambientales Degradación Demografía Reciclaje Resiliencia Salud
Sostenibilidad	Ciudad y territorio Ecológica Urbana Servicios de los ecosistemas
Vulnerabilidad	Cambio climático Natural - ecológica Social

6.2. Análisis de la información

Para el análisis de la información se construyó una base digital en formato de Excel, con bibliografía referenciada en las bases de datos de la biblioteca virtual de la Universidad Militar Nueva Granada y en Google Académico. El análisis se realizó en varias etapas; la primera comprendió la revisión de la información referenciada en el título del trabajo o que tuviese alguna referencia directa con el mismo; la segunda se realizó una depuración de la información, evitando las bibliografía repetida y si se evidenciaba una misma publicación pero con diferente edición, se asumió la más reciente.

De igual manera se evitó trabajar con referencias generadas en diarios o periódicos, a excepción de aquellas que tuviesen información específica que no se contempla en otros medios; se evitaron artículos que una vez revisado el resumen tuvieran alguna similitud a otros.

Se aclara que las referencias en la categorización de los temas principales y los subtemas, para ser ubicados en estos espacios, tuvieron cierto grado de subjetividad, en especial en las referencias en otros idiomas cuyas traducciones se debieron amoldar al español para poder ser catalogadas.

Las referencias se catalogaron en 12 palabras clave asociadas al tema del trabajo y en 59 subtemas, con el fin de determinar el tipo de publicación más utilizado; el idioma más empleado para el desarrollo del tema, las características multidisciplinarias que rodean estos, la tendencia de la investigación durante los años 2010 al 2015 como el carácter de la investigación.

6.2.1. Evolución de la temática del trabajo

Producción de publicaciones por año para el periodo 2010 - 2015; en la figura 6-1, se puede evidenciar que el periodo de mayor generación de pensamiento en el tema fue el año 2014 con el 28% de los escritos, seguido por el año 2015 con el 16%; por su parte

los años 2010 y 2011 la producción se mantuvo en el 12%, mientras que el 2013 presenta una baja en la producción inferior a la presentada en períodos anteriores al 2010 que se encontraba en el 11%.

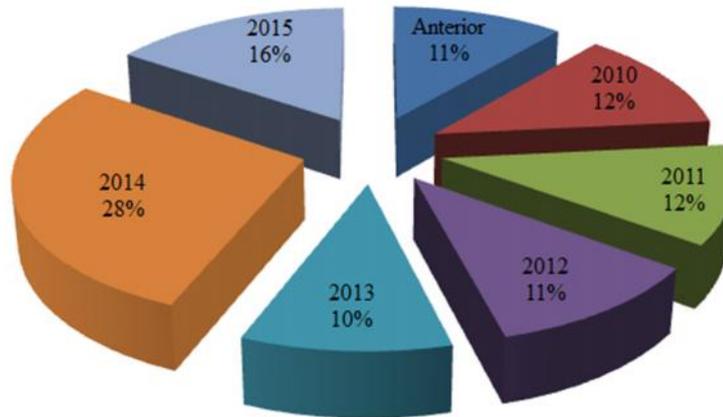


Figura 6-1. Porcentaje de producción de publicaciones por año, periodo 2010-2015

Participación de investigadores por publicación; en la figura 6-2 se aprecia que la mayoría de los artículos analizados, el 39%, fueron escritos por un solo autor, mientras que el 25% de los artículos corresponden a más de tres autores, seguidos por los escritos de dos autores en un 22% y en menor proporción los artículos de tres autores en un 14%.

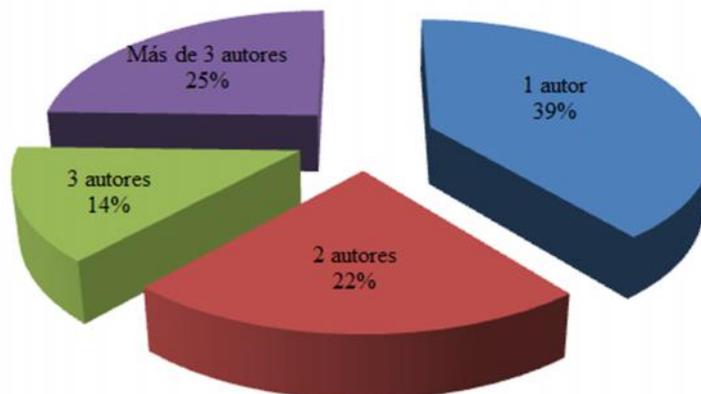


Figura 6-2. Porcentaje del número de autores que participaron en cada publicación

Temáticas desarrolladas en el trabajo: realizado el análisis de los temas principales, entre los que se adelantó el presente estudio, se pudo establecer que el 22% correspondió a la temática relacionada con la gestión de los rellenos sanitarios, mientras que el tema de los sistemas complejos se desarrolló en un 19%, seguido de la temática de la resiliencia con un 14% y la restauración con un 10%; temáticas como sostenibilidad, sistema social, vulnerabilidad, ecosistemas emergentes, función de los ecosistemas, la gestión de residuos sólidos, la gobernanza y las perturbaciones se adelantaron en porcentajes inferiores, ver la figura 6-3.

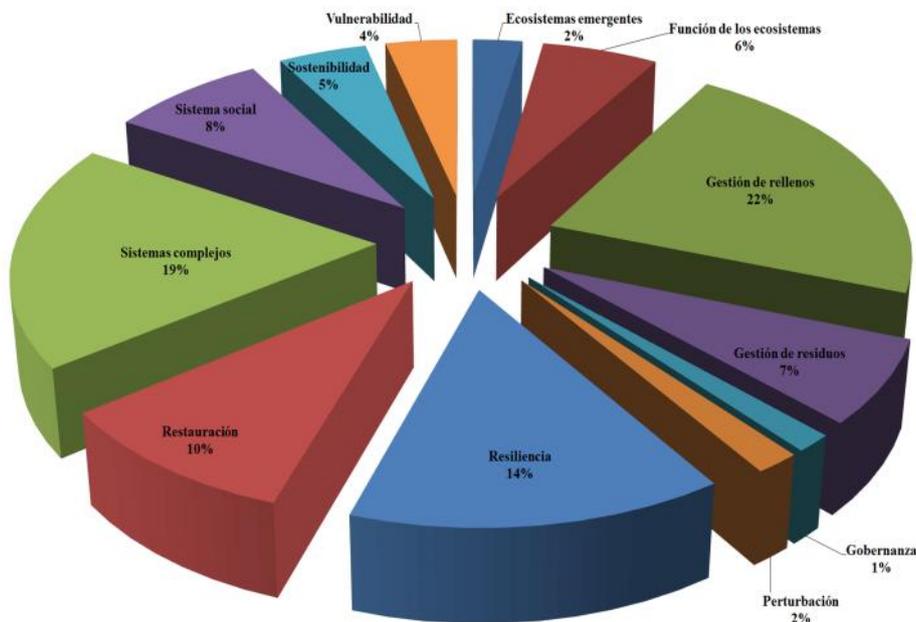


Figura 6-3. Distribución porcentual del número de artículos analizados, según el tema principal

Los Subtemas de investigación: realizado el análisis de 346 artículos se pudo establecer que de los 12 temas relacionados con el título del trabajo 59 subtemas hacen referencia a estos, como se aprecia en la figura 6-4.

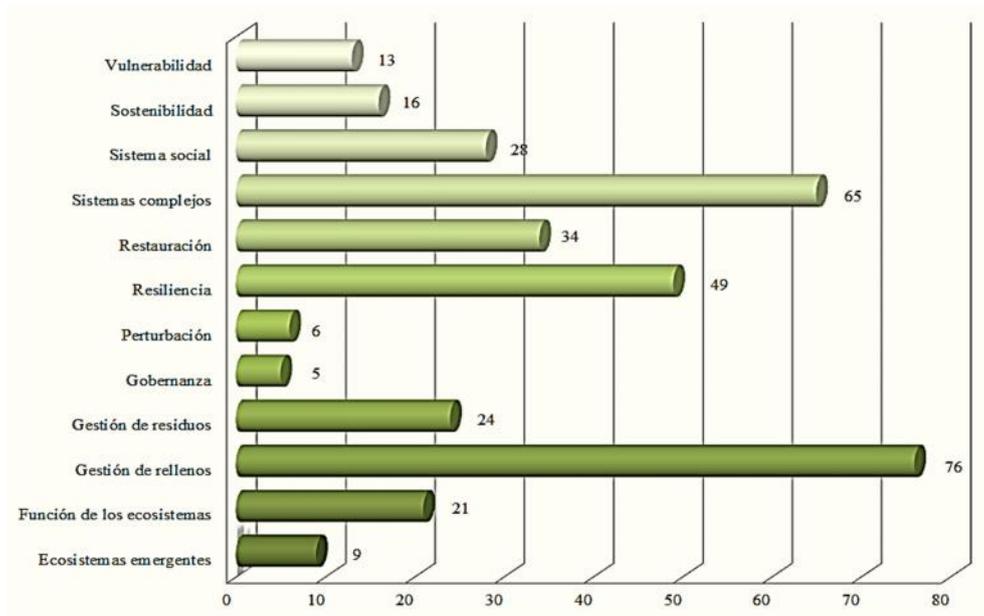


Figura 6-4. Distribución relativa del número de artículos analizados, según los temas principales de investigación

De los 9 subtemas relacionados con *ecosistemas emergentes*, aunque es uno de los temas principales, se encontró que 8 artículos (89%), están asociados a la gestión más exactamente con conceptos, mientras que 1 artículo (11%) se relaciona con la gobernanza, más que todo orientado a definiciones, ver figura 6-5.

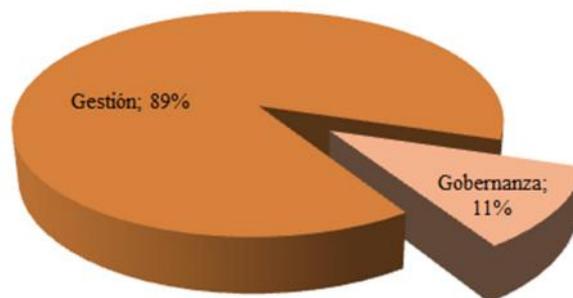


Figura 6-5. Distribución porcentual de los subtemas relacionados con los ecosistemas emergentes

De los 21 subtemas relacionados con la *función de los ecosistemas*, 6 artículos (29%), están asociados a la función de producción y 6 más (28%) se asocian a la función de capital natural; la función de sustrato al igual que la función cultural con 4 artículos (19%); mientras que 1 (5%) está relacionado con la función de paisaje, ver figura 6-6.

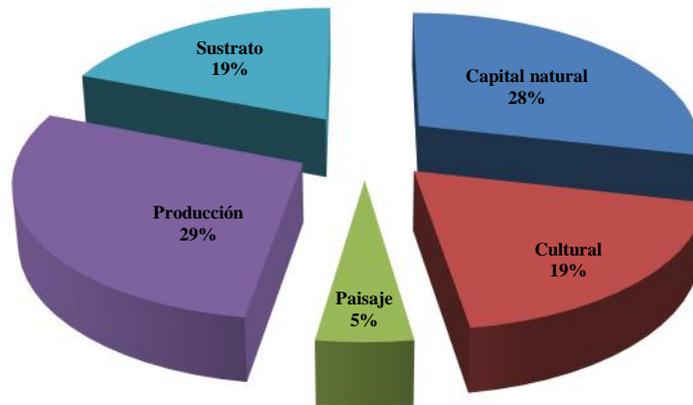


Figura 6-6. Distribución porcentual de los subtemas relacionados con la función de los ecosistemas

La *gestión de los residuos* es un tema que abarca 24 subtemas, entre estos el que más relevancia presentó fue el de reciclaje y recicladores con 6 artículos (25%), seguidos por la salud ambiental con 5 (21%); la forma de disposición está asociada a 4 artículos (17%) y están asociados con 3 artículos (12%) los procesos de acumulación, la relación con el cambio climático y la salud social, ver la figura 6-7.

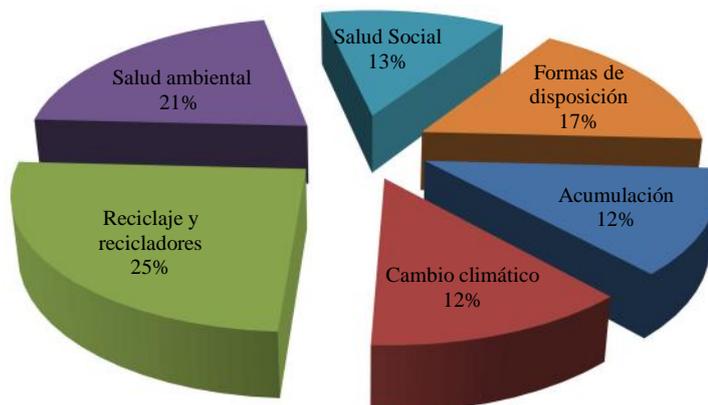


Figura 6-7. Distribución porcentual de los subtemas relacionados con la gestión de residuos sólidos urbanos

En cuanto al tema de *gestión de los rellenos sanitarios* por ser el tema principal de este trabajo, se evidencia una mayor concentración de artículos para un total de 76; de los

cuales se establecieron 10 subtemas, como se aprecia en la figura 6-8 entre los que sobresalen, el manejo integral y la minería de vertederos con 22 artículos (29%) cada uno; seguidos por el impacto ambiental con 9 (12%); el tema de operación de los rellenos se evidencio en 7 artículos (9%), seguido de los procesos de contaminación con 4 artículos (5%); de igual manera la gobernanza fue un subtema tratado en 3 artículos (4%), seguido de la capacitación social en 2 (3%) y los subtemas de disposición de residuos y los accidentes en rellenos sanitarios con 1 respectivamente (1%).

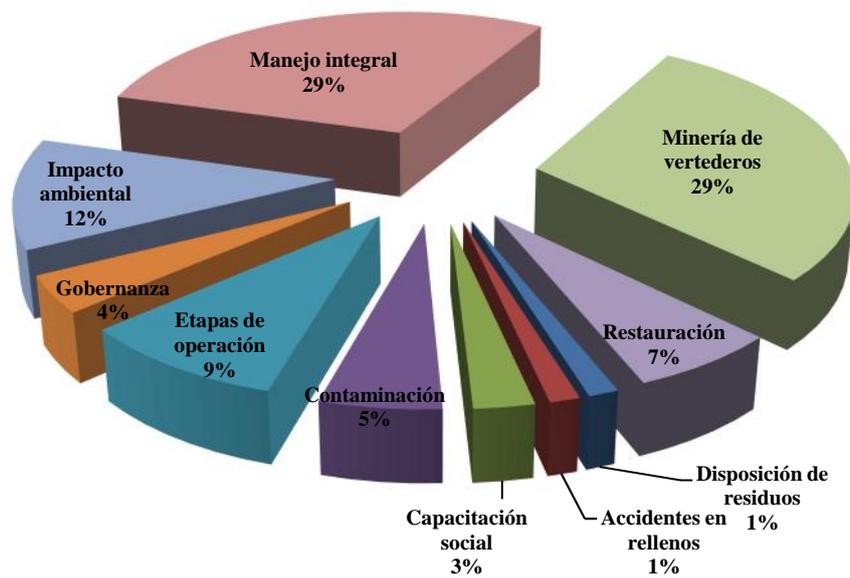


Figura 6-8. Distribución porcentual de los subtemas relacionados con la gestión de los rellenos sanitarios urbanos

El tema de la *gobernanza en los rellenos sanitarios* fue un elemento que cubrió dos aspectos fundamentales como fueron la gobernanza ambiental con 4 artículos (80%) y la gobernanza socioecológica con 1 para un (20%), ver figura 6-9.

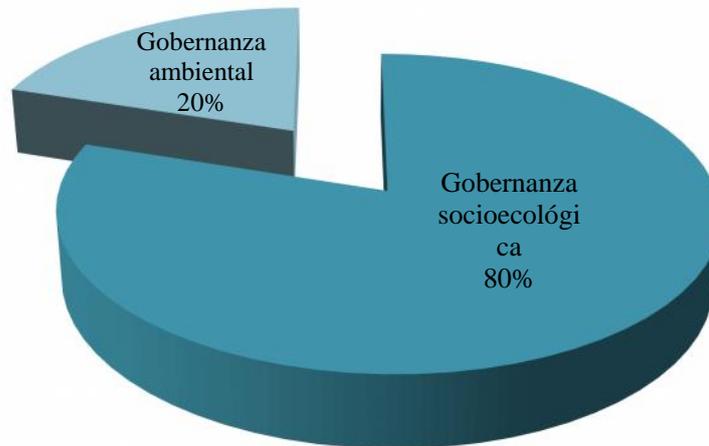


Figura 6-9. Distribución porcentual de los subtemas relacionados con la gobernanza en los rellenos sanitarios urbanos

La temática asociada a las *perturbaciones* se encontró registrada en 6 artículos, de los cuales 3 (50%) corresponden a temáticas de carácter social, mientras 2 artículos (33%) son referentes a temas ecológicos y naturales, mientras que de temas relacionados con el cambio climático se encontró 1 (17%), ver figura 6-10.

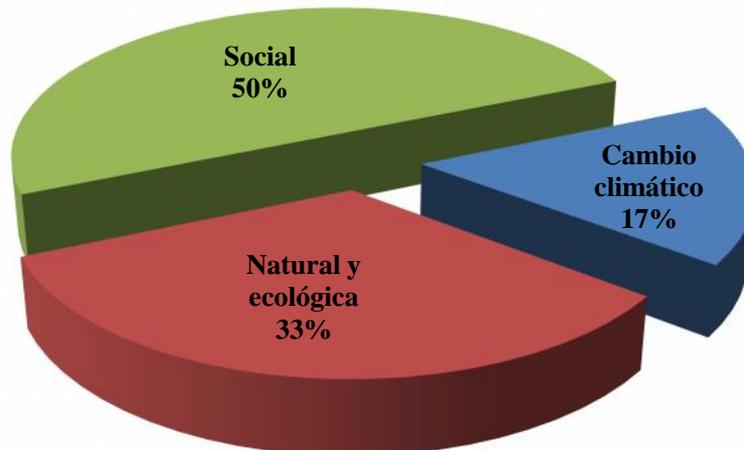


Figura 6-10. Distribución porcentual de los subtemas relacionados con perturbaciones manifiestas en los ecosistemas circundantes a los rellenos sanitarios urbanos

Con el tema de *resiliencia* se encontraron 6 subtemas, entre lo que sobresale la temática socioecológica con 11 artículos (26%), mientras que del tema urbano y el social, se evidencio con 10 artículos (22%) cada uno; de igual manera temas como el espacial y el cambio climático se encontraron en 6 artículos cada uno (13%) respectivamente y el tema adaptativo con 3 artículos (6%), (figura 6-11).

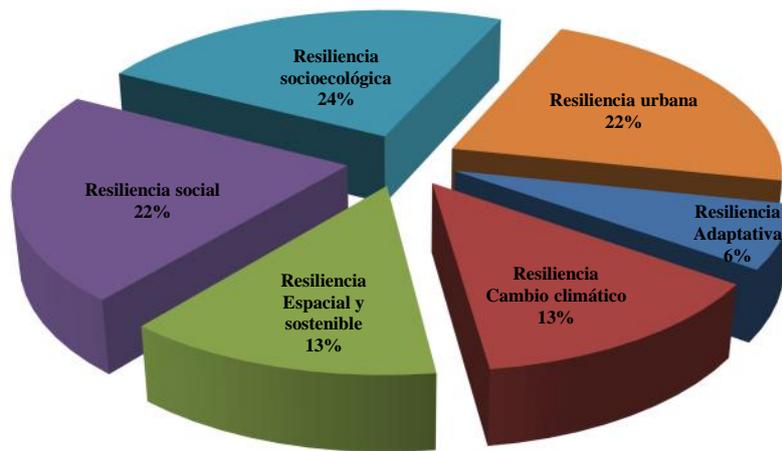


Figura 6-11. Distribución porcentual de los subtemas relacionados con la resiliencia

La *restauración* es otra área que se encontró relacionada con el tema del trabajo, donde la restauración ecológica es el argumento principal, encontrándose relacionado en 29 artículos (85%), también la restauración socioecológica con 3 (9%), y 1 artículo (6%) relacionado con aspectos de gobernanza (figura 6-12).

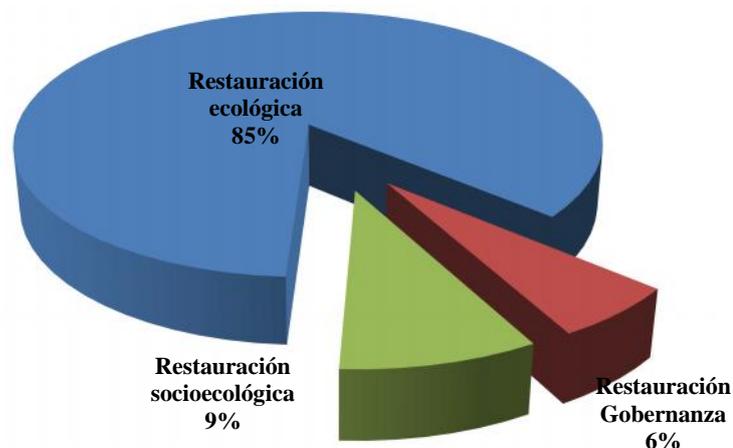


Figura 6-12. Distribución porcentual de los subtemas relacionados con la restauración de espacios degradados

El *sistema social* es un factor fundamental en la temática tratada ya que se encuentra relacionado con una variedad de subtemas de importancia para el desarrollo de este estudio, presentándose en 24 artículos, de los cuales 11 (39%) están relacionados con los conflictos ambientales en el entorno, 4 artículos para (15%) están en relación con la salud ambiental del sistema; por otra parte los temas de reciclaje y demografía representados en 4 artículos cada uno, con (14%), mientras que lo relacionado con degradación se presenta en 1 artículo (4%) (figura 6-13).

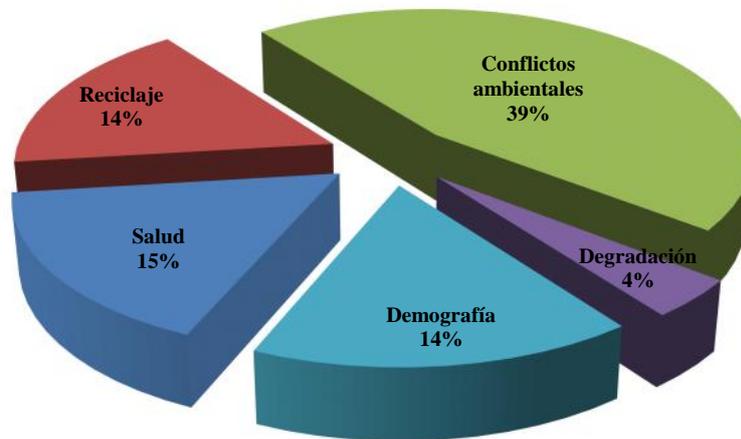


Figura 6-13. Distribución porcentual de los subtemas relacionados con la temática social.

El tema de los *sistemas complejos* tiene relación con la interacción dinámica entre el sistema social y el natural; se trabajó en 65 artículos, de los cuales los servicios de los ecosistemas se presentan en 22 (34%) de estos; el tema socioecológico se presentó en 13 de los artículos (20%), seguidos de los urbano-rurales con 11 (17%); así mismo el tema de la adaptabilidad se presentó en 6 de los artículos relacionados (9%), seguido del subtema de la sostenibilidad con 5 (8%) artículos y por último temas como el capital natural y el cambio climático se presentaron en 4 artículos (6%) respectivamente, ver la figura 6-14.

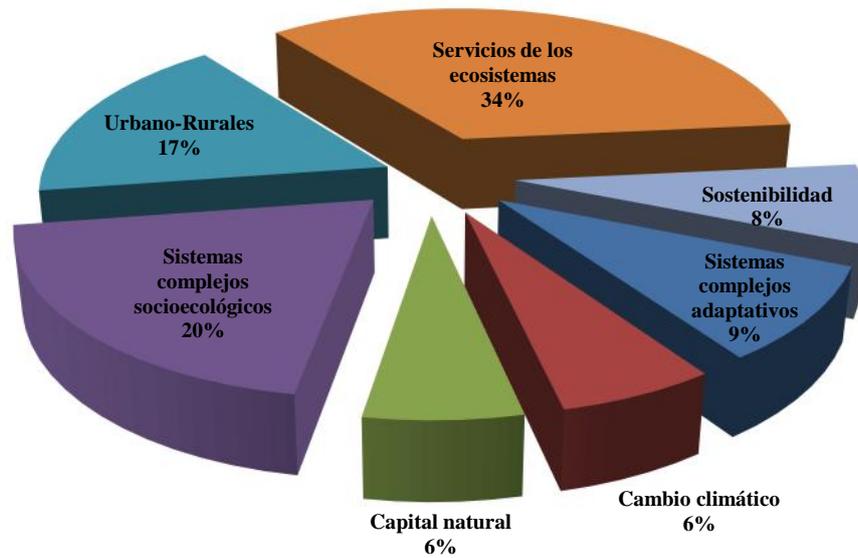


Figura 6-14. Distribución porcentual de los subtemas relacionados con los sistemas complejos.

La *sostenibilidad* es otro tema de importancia, de estos en 19 artículos con subtemas de ciudad y territorio (27%) fueron los dominantes, mientras que la ecológica y la urbana presentan 5 artículos cada una (26%), seguidos por la resiliencia con 3 (16%) y los servicios de los ecosistemas con 1 (5%), ver figura 6-15.

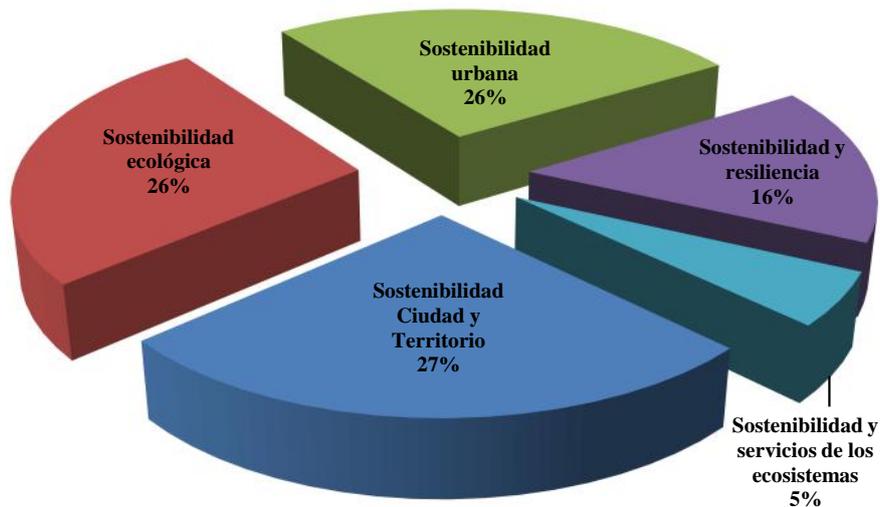


Figura 6-15. Distribución porcentual de los subtemas relacionados con sostenibilidad.

Entre otros temas relacionados la *vulnerabilidad* se encuentra en 17 artículos, con estrecha relación a subtemas sobre la vulnerabilidad social como la más representativa con 10 artículos (59%), seguida por subtemas de vulnerabilidad en relación con la resiliencia en 4 artículos (23%), la natural y ecológica con 2 (12%) y por último la vulnerabilidad en su relación con el cambio climático con 1 artículo (6%), ver figura 6-16.

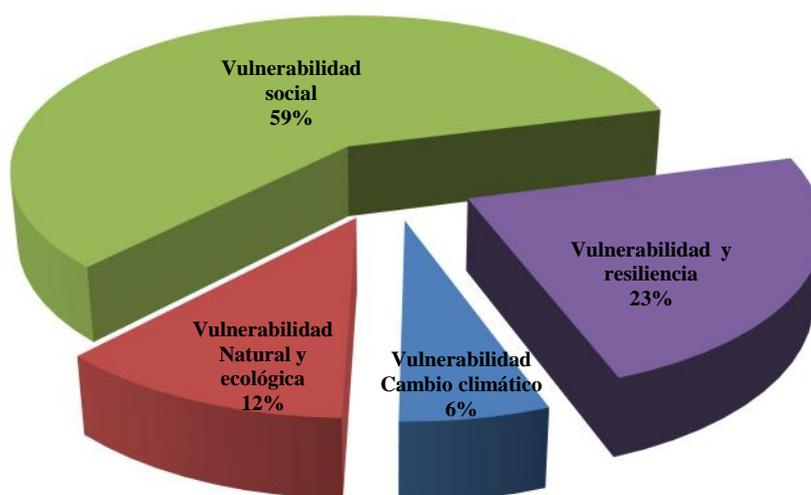


Figura 6-16. Distribución porcentual de los subtemas relacionados con la vulnerabilidad.

6.2.2. Características de los medios de difusión de los artículos

Las principales *formas de difusión* de las temáticas tratadas en este trabajo son los medios escritos en revistas científicas periódicas; siendo este el medio de difusión predilecto por los investigadores en un 33%; y otro 23% corresponden a “Journal” del orden internacional (figura 6-17). Otro medio de publicación identificado, aunque en menor proporción son los libros especializados en un 12%; como también lo son los repositorios en línea, que corresponden a trabajos de grado Doctoral o Maestría dispuestos por las instituciones de educación superior para su consulta en línea que correspondiendo a un 8%; seguido a estos están las memorias de eventos tipo congreso o seminarios, cuyos productos son publicados por las entidades realizadoras en un 7%,

de igual manera las revistas electrónicas se encuentran en un 6% y por ultimo las normas oficiales en 1%.

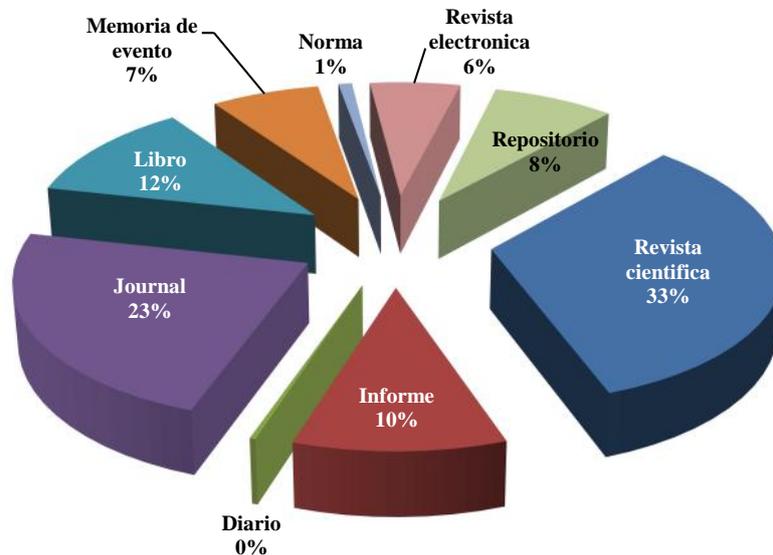


Figura 6-17. Distribución porcentual de los medios de difusión de los artículos de investigación.

Realizando el análisis de los artículos por las diferentes *ciencias del conocimiento* se evidencia que de las 6 grandes áreas del conocimiento trabajadas (figura 6-18), la mayoría corresponden a las ciencias ambientales con 243 artículos (70%), seguidos de las ciencias sociales con 74 (21%), en menor grado las ciencias de la tierra con 13 artículos (4%); seguido de las ciencias de la ingeniería con 11 (3%) y las ciencias de la salud con 2 artículos (1%), otras ciencias evidencian 3 artículos (1%). Se encontró que de la totalidad de los 346 artículos, 194 se encuentran publicados en revistas indexadas mientras que 152 no están indexados, ver figura 6-19.

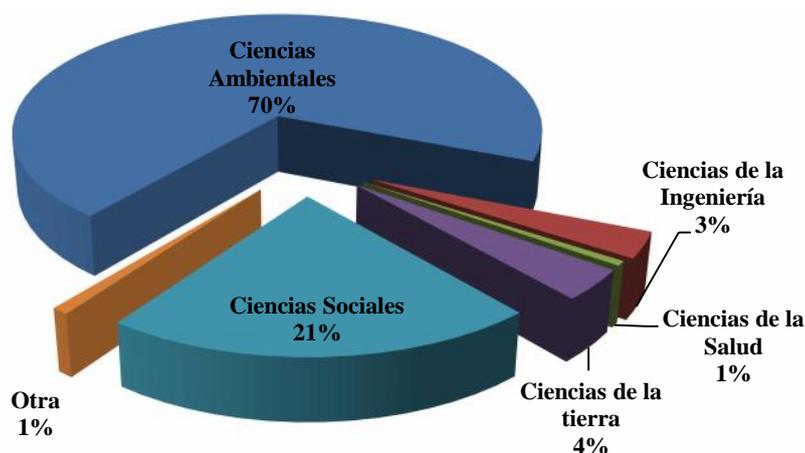


Figura 6-18. Distribución porcentual de las áreas temáticas en medios de difusión propios de estas.

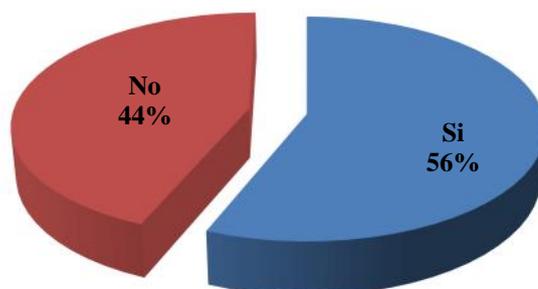


Figura 6-19. Distribución porcentual de los artículos según la indexación de los medios

En el caso de las *ciencias del conocimiento* (figura 6-20), predominan las *ciencias ambientales* con 243 artículos, de los cuales 64 se presentan en revistas científicas, seguidos de los journal con 60, y de los libros con 32; los informes técnicos con 29, mientras que repositorios de tesis y memorias de eventos se evidencian con 20 artículos; asimismo las revistas electrónicas con 14 artículos, mientras que las normas presentan 3 y en diarios 1.

En segundo lugar están las *ciencias sociales* con 74 artículos; de los cuales 31 se encuentran publicados en revistas científicas, seguidas por 17 en journal y 8 libros; 6 artículos en repositorios universitarios y también se encuentran 5 artículos correspondientes a informes técnicos, como 5 en revistas electrónicas y en ultimas 2 artículos en memorias de evento.

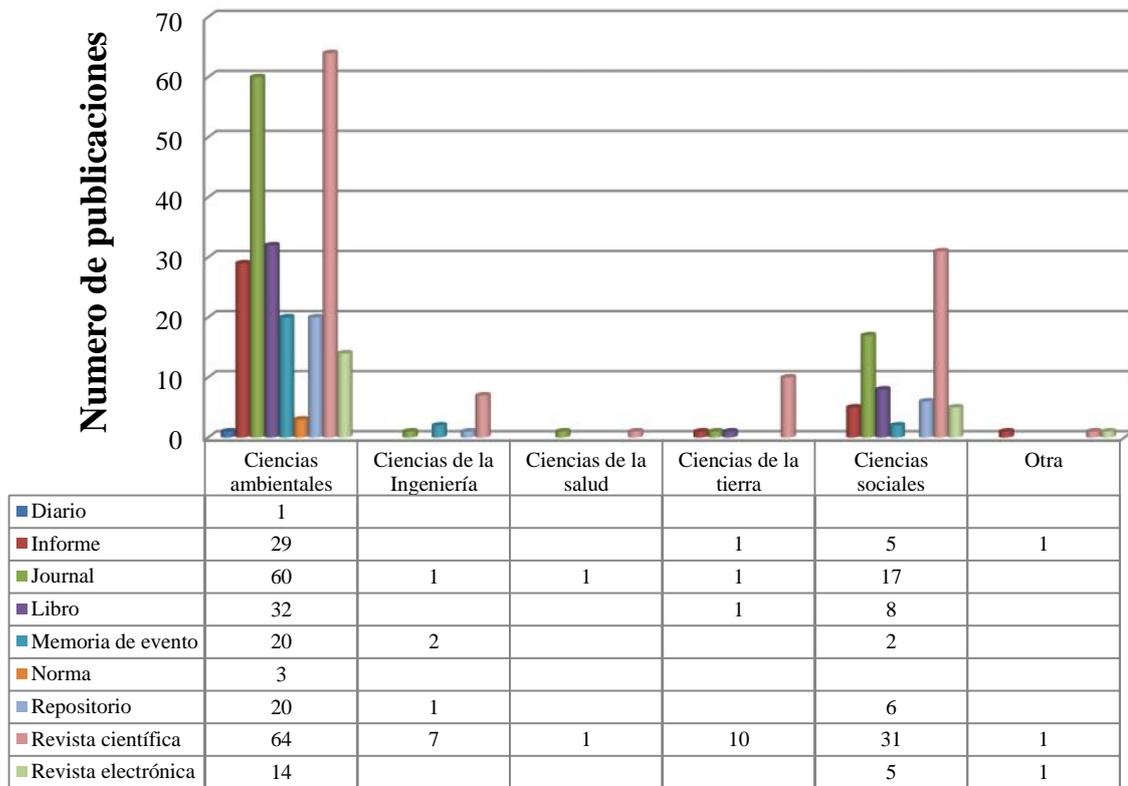


Figura 6-20. Distribución relativa de las formas de publicación por ciencias del conocimiento

En tercer lugar están los artículos referenciados en publicaciones asociadas a las *ciencias de la tierra* con 13 escritos, donde 10 de estos corresponden a revistas de carácter científico y las otras 3 corresponden a un informe técnico, un libro y un journal respectivamente.

En cuarto lugar están 3 publicaciones referenciadas en *otras ciencias*, donde una se encuentra en una revista científica, otra en un informe técnico y la última en una revista electrónica. En el último lugar encontramos dos artículos publicados en revistas de *ciencias de la salud*, encontrando uno en revista científica y el otro artículo en un journal.

Respecto al idioma más *utilizado para las publicaciones*, (figura 6-21), se estableció que el español se presenta con un 53% y es el que predominó en los artículos

consultados y relacionados con los temas de investigación; seguidos por el idioma inglés en un 46% y por último el portugués con un 1%.

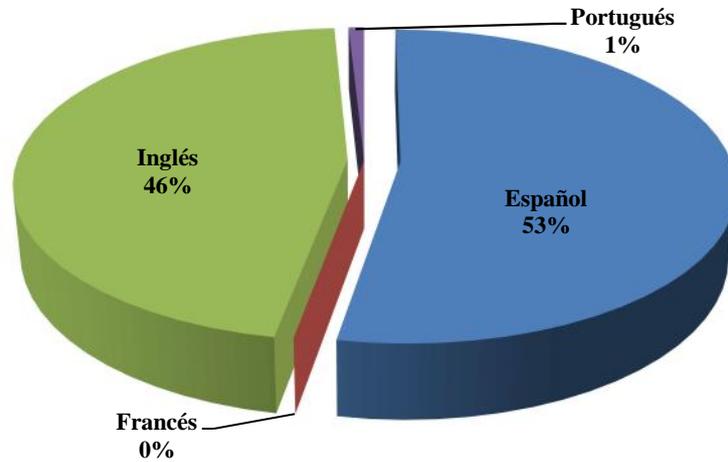


Figura 6-21. Distribución porcentual de los idiomas en los que se presentan las publicaciones

Entre las *formas de los productos publicados* se puede establecer que la mayoría de estos corresponden a artículos en un 61%, seguido por informes técnicos en un 17% y capítulos de libro en un 11%; de igual manera las tesis de Maestría se presentaron en un 4%, mientras que las tesis doctorales se establecieron en un 2% junto a las normas en 1%, ver figura 6-22.

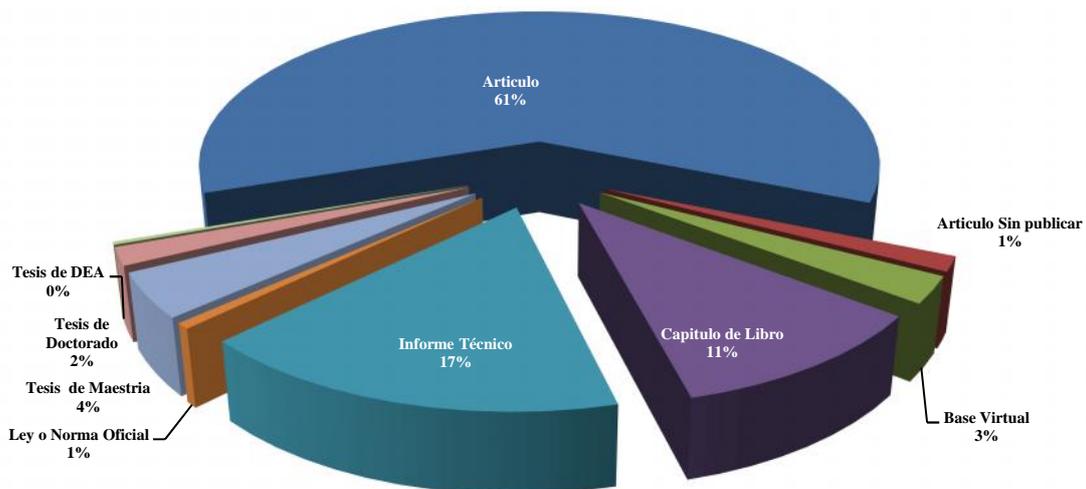


Figura 6-22. Distribución porcentual de las formas de publicación de los productos

6.3. Consideraciones

Según el análisis realizado a la base bibliográfica, se pudo evidenciar que el tema de estudio ha tomado gran relevancia en los últimos años ya que durante el 2014 se presentó un incremento en la producción de publicaciones, que ha continuado durante el 2015; sin embargo hay que tener en cuenta que varios de los artículos escritos en este año se encuentran en revisión o próximos a publicarse lo que no permite evidenciar con exactitud el número exacto de publicaciones para el periodo 2015.

El interés por la temática tratada en este trabajo, muestra que los autores vienen desarrollando su investigación de forma personalizada y aislada, mientras que los grupos de investigación presentan nuevos intereses en los temas; de igual manera las investigaciones adelantadas por duplas de investigadores ha buscado incorporar elementos temáticos diferentes en las investigaciones adelantadas.

La alta concentración de trabajos de investigación realizados desde las ciencias ambientales y sociales demuestra el interés que hay en el mundo por esta temática por parte de ambientalistas y sociólogos; sin embargo preocupa el poco interés que muestran las ciencias de la salud a problemas que afectan directamente al ser humano como una repercusión directa de sus actividades sobre el medio natural.

Al analizar la evolución histórica de las publicaciones se evidencia que el año 2014 es el de mayor producción en los temas investigados, teniendo gran relevancia principalmente en países como Reino Unido con 24,4%, España con 17,1%, Estados Unidos y Colombia con 14,6% respetivamente; seguidos de Canadá, Portugal y Países Bajos con 4,9% y otros países con promedios menores al 2%.

La tendencia de los artículos en español se presenta debido a que se orientó la investigación a problemas regionales y nacionales lo que sesgo en alguna forma la tendencia de los artículos en otras lenguas; sin embargo las temáticas en idioma inglés

se presentaron en gran proporción ya que la tendencia mundial de los investigadores y de las revistas indexadas es la de publicar en este idioma.

A pesar de la estrecha relación que hay entre las ciencias, los rellenos sanitarios no son espacios los suficientemente estudiados; si bien los estudios se enmarcan en su gestión es evidente la falta de los mismos para analizar las relaciones de estos con el sistema social, sesgándose hacia la ciencia de la ingeniería y dejando de lado el componente biofísico. La falta de una visión integradora no ha permitido que se den pautas para la recuperación de estos espacios, en especial en lo referente a los servicios de los ecosistemas que se pueden recuperar en beneficio de las comunidades circundantes, pero en especial en la rehabilitación y restauración de los ecosistemas presentes.

Teniendo en cuenta la temática revisada y las tendencias que presenta a nivel mundial la restauración de las áreas degradadas por el desarrollo de rellenos sanitarios; en el siguiente capítulo, se dan las herramientas necesarias para hacer una propuesta de rehabilitación del espacio ocupado por el relleno sanitario Doña Juana, buscando su incorporación a la dinámica ecosistémica de la zona.



Capítulo 7

Propuesta para la restauración del relleno sanitario Doña Juana: Una visión desde la resiliencia

Análisis de la dinámica sobre la gestión del RELLENO SANITARIO DE DOÑA JUANA (Bogotá, Colombia), como factor de perturbación: Una aproximación conceptual desde los sistemas ecológicos emergentes y la resiliencia

7. Propuesta para la rehabilitación del relleno sanitario Doña Juana: una visión desde la resiliencia

Para hablar de la rehabilitación de un ecosistema es indispensable tener en cuenta el concepto de restauración, como una actividad interdisciplinar donde se busca dar soluciones y respuestas a procesos de degradación (MINAMBIENTE, 2015). Lo anterior hace que en un proceso como este, la intervención de disciplinas como la ecología, la geografía, la geomorfología y la biología, entre otras, sea fundamental para entender la dinámica de los procesos que rigen los diferentes componentes de un ecosistema como las relaciones naturaleza sociedad. Esto permite definir a la restauración como un proceso complejo adaptativo, que influye en el manejo sostenible de los ecosistemas. La restauración contempla la búsqueda de tres objetivos como son la restauración, la rehabilitación y la recuperación ecológica.

La restauración ecológica: busca llevar al ecosistema degradado a recuperar una condición parecida a la que tenía antes de la perturbación; en cuanto a sus características básicas de funcionamiento, estructura y organización; además debe ser auto sostenible para garantizar la preservación de las comunidades como la generación de ecoservicios.

La rehabilitación ecológica: tiende a llevar el ecosistema degradado a una situación similar o no al ecosistema primario, con una capacidad de auto sostenibilidad que permita mantener algunas de las especies como la prestación de algunos ecoservicios.

La recuperación ecológica: busca dar solución a una problemática del sistema social con el restablecimiento de algunos ecoservicios; un problema de estos

ecosistemas es su incapacidad para desarrollar su auto sostenibilidad y no se parecen en nada al ecosistema existente antes de la perturbación.

Partiendo de las políticas que en Colombia se vienen implantando, se ha buscado concientizar a la comunidad de la importancia de realizar un manejo y uso adecuado de los RESU, permitiendo mejorar el desarrollo humano de la población. La participación de los diferentes frentes (gobierno, comunidad e industrias) para asumir una misma directriz sobre el cuidado y protección del medio natural, nos lleva ser conscientes que nuestras acciones de forma recursiva, repercuten en el desarrollo sostenible de las ciudades y por tanto afecta los factores social, científico, político, cultural, económico y natural (SER, 2011).

Como se referenció en el Capítulo 3, las comunidades asentadas en el área corresponden a población de bajos niveles económicos; en su mayoría desplazadas de otras regiones del país; generando un alto grado de desarraigo a la zona, donde al evidenciar las perturbaciones generadas por el RYSDJ, se asocia a el principal generador de sus problemas, mostrando una falta de identidad cultural. Lo anterior repercute en la falta de interés en organizarse y realizar propuestas para mejorar las condiciones del ecosistema (Lindig, 2011).

Una vez se clausure el relleno se inicia un proceso de rehabilitación, bajo parámetros que aseguren la sobrevivencia de las especies nativas y la aparición de un ecosistema emergente; con características diferentes al existente, fortaleciendo el arraigo como una forma de apropiación de la zona, donde el factor social participe en el proceso de rehabilitación y por ende del beneficio en la generación de nuevos ecoservicios (Rojas, 2011).

El conocimiento de la zona por parte del sistema social lleva a que el proceso de rehabilitación se realice de forma tal, que se minimice el grado de resistencia que pueda presentar del desarrollo del nuevo ecosistema. Es de importancia entender que en un proceso de rehabilitación la relación sistema naturaleza-sociedad, permite comprender los diversos niveles de toma de decisiones sobre los ecosistemas en especial en aspectos sobre su estructura dinámica (Balvanera *et al.*,2011); donde la injerencia del ser

humano para apoyar estos procesos le brinda al ecosistema la posibilidad de desarrollarse y mantenerse de forma rápida y segura; garantizando la inclusión del sistema social en el surgimiento del nuevo ecosistema y fortaleciendo su relación para asegurar la prestación y calidad de ecoservicios.

Los rellenos sanitarios clausurados pueden ser una fuente de recursos potenciales, además de ser una fuente de perturbaciones. En cuanto a ser fuente de recursos potenciales, los rellenos antiguos una vez se han asentado pueden ser utilizados para adelantar proyectos de restauración pasiva o para adelantar proyectos con fines sociales como son los parques ecológicos, centros experimentales, zonas verdes, o desarrollar áreas recreativas y deportivas; en casos menos comunes se les puede usar como zonas de almacenamiento y parqueaderos.

Las limitaciones sobre el uso de los rellenos sanitarios clausurados se centra en la necesidad de mantener la integridad del sello del relleno, como de los mantos de aislamiento de los residuos, para evitar el ingreso de las aguas de escorrentía que aumenten los niveles de producción de lixiviado y en el peor de los casos la desestabilización de la masa de residuos; la producción de gases es otro factor a tener en cuenta ya que la acumulación de los mismos podría generar una explosión; en el caso de la construcción de edificaciones dependerá los asentamientos diferenciales del terreno.

Como factores que limitan su uso, podemos identificar: la cercanía a los centros urbanos, las características de los residuos dispuestos, las condiciones del clima que retrasan o aceleran la descomposición de los residuos y la edad de las celdas; haciendo que los rellenos jóvenes debido a la elevada producción de lixiviados y de gases, como a la dinámica continua de asentamiento, no puedan ser considerados para adelantar ningún tipo de proyecto hasta pasados varios años desde su cierre; estos requieren de un continuo monitoreo y ensayos piloto, para determinar la viabilidad de su posible utilización. Se cuenta como una de las principales prohibiciones la construcción de vivienda o espacios de concentración masiva de personas como los colegios.

7.1. Algunas experiencias en restauración de rellenos sanitarios

Un aspecto de importancia a tener en cuenta sobre la restauración de los rellenos sanitarios, es el fin que se le puede dar a estos espacios degradados, que permitan la recuperación de los servicios que el ecosistema puede prestar al sistema social luego de su cierre. Aunque las experiencias a nivel mundial se remontan a los años 90, son relativamente pocas, en comparación al número indeterminado de estos sistemas, sin contar con metodologías, ni criterios definidos para el destino final de estos rellenos (Espinace *et al.*, 2015).

A nivel mundial se han presentado diversas experiencias de proyectos de pos clausura de vertederos y rellenos sanitarios, en especial en países desarrollados; los que podrían servir como experiencias para el desarrollo de una propuesta. Algunos de los proyectos de relevancia se mencionan en la tabla 7.1. La necesidad de aprovechamiento de estos espacios ha sido un factor determinante en los fines a los que se han dedicado estos espacios; es el caso de Japón donde el alto costo de la tierra, por la escasez de la misma, ha permitido en su legislación la construcción sobre estos. Se debe tener en cuenta que en algunos países la legislación exige la preservación de la integridad del sello, como en el caso de los Estados Unidos donde la USEPA exige un periodo de 30 años de integridad, posterior al cierre del relleno.

La necesidad de uso de estos espacios, luego de ser clausurados, está determinada por el crecimiento de las urbes y la demanda de espacios verdes con fines culturales, de investigación y recreativos. La presión del sistema social en las áreas urbanizadas genera una demanda de servicios de los ecosistemas, que dan origen a espacios dinámicos de encuentro entre la comunidad e intercambio con el componente natural, conllevando a la protección de este. Lo anterior permite analizar estos proyectos desde el aspecto económico del mínimo costo, dando pertinencia a proyectos de menor inversión.

Tabla 7-1. Tendencia de usos de proyectos desarrollados en espacios degradados por el desarrollo de rellenos sanitarios a nivel mundial. Fuente: el autor

Fecha	Tipo	Nombre	Localidad	País	Uso
1983	Relleno sanitario	Shoreline Landfill	California	USA	Campo de golf
1940	Relleno sanitario	Flushing Meadows	Long Island, NY	USA	Parque recreacional y deportivo
1960	Relleno sanitario	Gin Drinkers Bay	Hong Kong	China	Pista de BMX
1974	Relleno sanitario	Mount Trashmore	Virginia	USA	Parque recreacional y deportivo
1981	Relleno sanitario	La Reina	Santiago	Chile	Parque recreacional y deportivo
1987	Vertedero	Vertedero de la Fontsanta	Baix Llobregat Barcelona	España	Parque urbano
1995	Relleno sanitario	Port Sunlight River	Birkenhead	Inglaterra	Parque Natural
1995	Vertedero	Curicó	Molina	Chile	Parque recreacional y deportivo
1997	Vertedero	Chambers Gully	Adelaida	Australia	Parque ecológico
1998	Relleno sanitario	Univ Washington	Washington	USA	Campos deportivos
1999	Relleno sanitario	Shuen Wan	Hong Kong	China	Campo de golf
1999	Vertedero	Montjuic	Barcelona	España	Jardín Botánico
2000	Relleno sanitario	Colma Landfill	California	USA	Centro comercial
2000	Relleno sanitario	Shoreline Landfill	California	USA	Parque recreacional y deportivo
2002	Relleno sanitario	Lopez Canyon Landfill	California	USA	Planta de energía
2002	Vertedero	Isla de Nanji	Seúl	Corea	Estadio deportivo
2002	Vertedero	Nanjido	Seúl	Corea	Parque ecológico
2003	Vertedero	Hiriya	Tel-Aviv	Israel	Parque ecológico
2004	Relleno sanitario	Sai Tso Wan	Hong Kong	China	Campos deportivos
2004	Vertedero	Sui Wan HO	Hong Kong	China	Parque ecológico
2007	Relleno sanitario	Don Juanito	Villavicencio	Colombia	Parque ecológico
2007	Relleno sanitario	Valdemingómez	Comunidad Aut Madrid	España	Parque Tecnológico Forestal
2008	Relleno sanitario	Racó del Frare	Castellón	España	Zona forestal
2008	Vertedero	Fresh Kills	Staten Island, NY	USA	Parque recreacional y deportivo
2010	Vertedero	Vertedero Boyeco	Temuco	Chile	Parque recreacional y deportivo

2010	Vertedero	Garraf	Barcelona	España	Parque Natural
2010	Vertedero	Moravia	Medellín	Colombia	Parque urbano
2010	Relleno sanitario	La Vall d'en Joan	Barcelona	España	Parque ecológico
2011	Relleno sanitario	Bens	Galicia	España	Parque ecológico
2011	Vertedero	Víznar	Granada	España	Parque recreacional y deportivo
2012	Relleno sanitario	Dyer Road Landfill	Florida	USA	Parque recreacional y deportivo
2013	Relleno sanitario	Ceamse	Buenos Aires	Argentina	Campo de golf
2013	Vertedero	Mucking Marshes	Londres	Inglaterra	Parque Natural Thurroch Thameside
2014	Vertedero	Autocampo	Rivas Vaciamadrid	España	Parque y recinto ferial
2015	Relleno sanitario	Renato Poblete	Santiago	Chile	Parque recreacional y deportivo
2015	Vertedero	Santa Catalina	Ceuta	España	Parque recreacional y deportivo

La tabla anterior relaciona 36 eventos de restauración en rellenos o vertederos sanitarios, de los que se tiene evidencia a nivel mundial; de estos corresponden a 21 rellenos sanitarios y a 15 vertederos. Lo anterior muestra que el periodo en el que más atención se ha puesto en la restauración de estos espacios degradados, ha sido el siglo XXI, donde se han restaurado 24 unidades, mientras que en el siglo XX se restauraron 12; de estos en los años que más se han restaurado estos espacios ha sido en el 2002 y 2010 con 4 unidades respectivamente, seguidos de los años 1995, 1999, 2000, 2004, 2007, 2008, 2011, 2013, 2015 con 2 unidades cada uno, y en los 10 periodos restantes solo una unidad.

En cuanto al fin que se ha dado a estos espacios en los procesos de restauración, encontramos que la dedicación que más acogida ha presentado para estos espacios es la del concepto de parque, donde ha predominado según se aprecia en la figura 7-1.

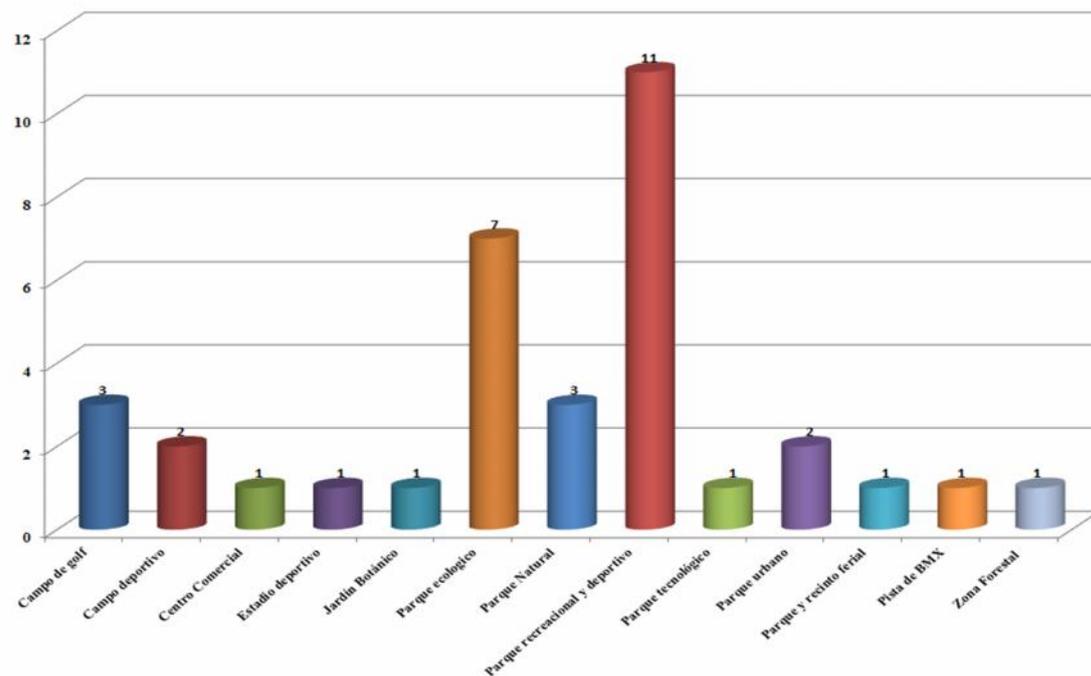


Figura 7-1. Esta figura presenta los fines más comunes a los que se ha destinado a los espacios degradados por proyectos de rellenos sanitarios y vertederos a nivel mundial. Fuente el autor.

La figura anterior muestra que dentro del concepto de parque, el parque recreacional y deportivo ha sido el fin que más relevancia ha presentado en las restauraciones de estos espacios, llegando a un número de 11; seguido por proyectos de parque ecológico en 7 unidades; parques naturales y campos de golf con tres unidades; con 2 unidades están los parques tecnológicos, parques urbanos y los campos deportivos; encontrando como fines específicos con una unidad restaurada un proyecto de como Centro comercial, Estadio deportivo, parque recinto ferial, pista de BMX, jardín Botánico, zona forestal y una planta de energía que funciona con el biogás generado por un relleno sanitario.

Realizado el análisis de la información de la tabla, se puede establecer que países como los Estados Unidos y España, han realizado grandes inversiones en la descontaminación y restauración de estos espacios degradados, ya que presentan 9 unidades cada uno, seguidos por Chile y China con 4; Colombia con 3 y Argentina, Corea e Inglaterra con 2 respectivamente (figura 7-2).

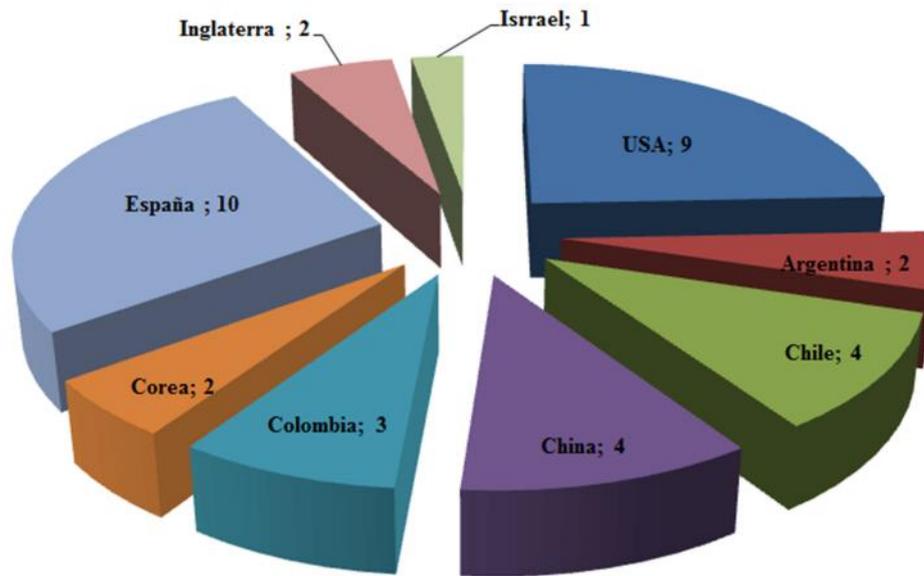


Figura 7-2. Esta figura muestra los países donde se han desarrollado proyectos de restauración en espacios degradados por el desarrollo de vertederos y rellenos sanitarios.

7.1.1. Algunas experiencias en Colombia

Parque Ecológico Reciclante Relleno Sanitario de Villavicencio - Colombia

Se encuentra localizado en la ciudad de Villavicencio en el departamento del Meta, Colombia; en la Vereda San Juan Bosco, entre los predios El Placer, Brasil y Furatena, a el Km 18 de la vía a Puerto Porfía; la temperatura promedio es de 27°C con precipitaciones promedio de 4.300 mm anuales. Cuenta con una extensión de 32 h; inicio operaciones como parque ecológico en 2003 y se clausuró como relleno sanitario en 2007 (ETEI, 2015). Este parque ecológico desde sus inicios se consideró en sus diseños como un área recreativa; a la fecha ha recibido la visita de más de 42.000 asistentes (imagen 7-1); que mediante recorridos guiados conocen los procesos de gestión que se dan en el mismo. Se destinaron 106 hectáreas para reforestación de bosques y se sembraron 107 mil árboles (EL TIEMPO, 2015).



Imagen 7-1. Aspecto que presenta una sección del parque ecológico, donde se aprecian los procesos de restauración paisajística que se vienen realizando. Fuente: <http://www.bioagricoladellano.com.co/>

Parque Morro de Moravia de Medellín - Colombia

El parque morro de Moravia queda localizado en la ciudad de Medellín, cuenta con una extensión de terreno de 10 hectáreas y fue clausurado como relleno en 1985. En sus orígenes el cerro se conformó en una zona de extracción de materiales pétreos del río Medellín. En este espacio se inició la disposición de los residuos sólidos de parte de la ciudad donde por la acumulación de residuos sólidos urbanos (imagen 7-2), mediante el sistema de vertedero no controlado que llegó a superar los 40 metros de altura con un volumen de aproximadamente 1,5 millones de toneladas de residuos (Arcia, 2015).



Imagen 7-2. Aspecto histórico de la operación del vertedero de Moravia de Medellín, hacia 1982, donde se aprecia en la secuencia la labor de reciclaje de sus residentes. Propiedad de: Jorge Melguizo Posada.

Sus características permitieron el asentamiento, a fines de los años 70, de una comunidad de 2.224 familias, conformadas por 17.000 personas de orígenes diversos, como se aprecia en la imagen 7-3, y dedicada al reciclaje como medio de subsistencia, labor que desarrollaban allí directamente (Montoya *et al.*, 2011).



Imagen 7-3. Panorámica sobre el aspecto que presentaba el morro de Moravia de Medellín, hacia el 2004, después que se aposentó una comunidad de recicladores, construyendo sus casas sobre la masa de residuos. Fuente: Reciclar ciudad.

Con el tiempo la dinámica allí desarrollada generó conflictos de implicaciones complejas con afectación sociales y ambientales, producidos por los altos niveles de contaminación alcanzados por la degradación del paisaje, la inestabilidad de los suelos, la generación tanto de GEI como de lixiviados originados por la diversidad de fuentes contaminantes tanto químicas como microbiológicas y el hacinamiento social.

El desarrollo del proyecto de restauración y rehabilitación ambiental del cerro de Moravia, se dio con una visión multidisciplinar donde se incluyeron el componente social, el urbano y el ambiental que inició con la reubicación de la comunidad; de igual forma la participación de las Universidades fue de mucha importancia (imagen 7-4).



Imagen 7-4. Panorámica que mostraba el morro de Moravia de Medellín, hacia el 2010, después del proceso de reubicación de la comunidad. Fuente: Reciclar ciudad

Con la incorporación del sistema social al desarrollo del proyecto, se dio participación a las comunidades que residen en este sector para buscar su coparticipación en la rehabilitación del espacio degradado mediante técnicas culturales propias de la región, buscando mejorar sus condiciones socio-económicas y fortaleciendo su capacidad de pertenencia y el tejido interrelacional en la renovación paisajística del entorno (imagen 7-5), mediante la implementación de elementos naturales autóctonos que permitieron fomentar la enseñanza pedagógica del conocimiento y el cuidado de la naturaleza, como la generación de servicios ambientales.



Imagen 7-5. Diferentes aspectos que presenta el paisaje actual, a 2015, del morro de Moravia de Medellín, después del proceso de intervención y restauración. Fuente: AFP

La imagen anterior muestra los alcances y resultados de la intervención realizada al morro de Moravia, donde se aprecia la transformación de este espacio degradado en un parque, dedicado a la lúdica y el encuentro social que en compañía de las ciencias y los entes gubernamentales se ha convertido en un referente internacional de una gestión sostenible.

7.2. La minería de vertedero o “*landfill mining*”, como alternativa de sostenibilidad.

Los vertederos y rellenos sanitarios son fuente inexplorada de recursos metálicos estratégicos, reciclables y de gran valor, (Kennedy, 2012). Sin embargo desde el punto de vista ambiental y económico este tipo de práctica puede considerarse insostenible ya que una gran cantidad de metales, materiales reciclables y energía se desechan y olvidan para no ser utilizados de nuevo (Denafas, 2014).

La disposición de residuos municipales en vertederos y rellenos sanitarios ha tenido un gran impacto sobre el medio natural (Krook, 2010). Su producción se presenta por causas relacionadas con el consumo natural de alimentos, el desarrollo tecnológico, las estrategias de ventas que han producido cambios en los hábitos y costumbres de los consumidores (Fernández, 2013). Sus principales riesgos se presentan en forma de lixiviados, contaminando tanto los suelos como los acuíferos, siendo un componente del efecto invernadero por la generación de GEI; esto ha causado problemas de salud en los socioecosistemas (Bhatnagar *et al.*, 2012). Una alternativa para eliminar los efectos de la contaminación generada por los vertederos o rellenos sanitarios clausurados sobre el medio natural, es la minería de vertedero o *landfill mining* (LFM).

Este tipo de minería hace referencia a un proceso de extracción y tratamiento de residuos minerales u otros recursos sólidos que se encuentran enterrados. Su excavación implica la extracción y separación de los materiales reciclables, peligrosos y otros; incluyendo los suelos enterrados (Krook, 2013). La continua demanda de estos materiales para consumo no sostenible, genera una continua presión sobre los recursos

naturales; manifestándose en la escasez de algunos de estos, lo que hace viable el uso secundario de estos materiales, como también la generación de energía por incineración de los sobrantes (Fernández, 2013). La LFM nace como estrategia para reducir la necesidad que demanda la industria de nuevos recursos naturales; mediante la remediación de un problema de contaminación para los socioecosistemas, producido por la acumulación de grandes volúmenes de residuos enterrados.

El potencial de esta práctica se basa en los volúmenes de recursos que fueron enterrados en el vertedero o relleno sanitario; haciendo de la LFM una fuente de recursos y a su vez disminuyendo la contaminación que estas grandes estructuras de residuos puedan generar al medio natural. Este tipo de tecnología es una herramienta de transición hacia un sistema social más sostenible; coadyuvando al fomento y sostenimiento de nuevas industrias (Li, 2015).

Si bien esta técnica aún se encuentra en estudio se viene profundizando, con el fin de hacer una evaluación de los efectos que puedan estar asociados a la exposición con estos residuos y su incidencia sobre los socioecosistemas, mediante el inventario de los contaminantes orgánicos persistentes en los residuos; estos estudios incluyen su posible impacto al cambio climático (Bhatnagar *et al.*, 2012). La importancia de esta extracción se encuentra asociada al desarrollo de nuevas tecnologías que se ajusten al método de explotación, y a las características de los elementos a rehabilitar. En especial se ha de hablar de los futuros flujos de residuos, que surgen continuamente y donde su composición corresponde a mezclas más complejas; por tanto más difíciles de aislar por fracciones (Li, 2015).

Entre las causas que fomentan el desarrollo de la LFM se encuentran: La seguridad ante la existencia de sustancias tóxicas, ya que la presencia de estos residuos en forma de lixiviados pueden contaminar los acuíferos, en especial en países donde la principal fuente de agua potable y para el riego se realiza mediante pozos profundos. Otro aspecto que interviene en esta práctica es el valor de los materiales para reciclar o que pueden servir de abono y aquellos que son susceptibles a ser incinerados como fuente de

energía; su valor es variable debido a la composición de estos como al tiempo que han permanecido confinados.

Entre los materiales a rescatar sobresale la minería de *metales* enterrados se puede considerar una oportunidad para recuperar recursos secundarios, básicos en algunos procesos industriales; Otro material a rescatar es la *materia orgánica* representada en papel, cartón, alimentos procesados y no procesados, residuos vegetales de podas y otros para ser utilizados en la elaboración de abono; El material *plástico* también se puede recuperar mediante sistemas mecánicos, pero el nivel de contaminación de estos en oportunidades lo hace económicamente inviable; sin embargo por ser un derivado del petróleo la posibilidad de su uso como energético es bastante alta.

La recuperación de los suelos usados como material de cobertura de las celdas, es también un producto apetecido en especial en países donde la disponibilidad del mismo es reducida, caso de los rellenos sanitarios de Israel.

La falta de disponibilidad de espacios para la construcción de viviendas, industrias y recreación, es otro elemento muy atractivo para la economía de los bienes raíces; en especial en el área rural donde la tierra puede llegar a tener un alto costo. Así mismo la falta de espacios para adelantar nuevos proyectos de rellenos sanitarios ha obligado a la limpieza y descontaminación de otros ya clausurados.

7.2.1. La internacionalización del concepto

Se especula que la idea inicial provino desde Israel en 1953, donde con este método se buscó extraer el material orgánico y de suelos enterrados para ser usado como abono en los huertos (Savage *et al.*, 2013). Hacia los años 1980 en los Estados Unidos, la demanda de combustible para la construcción y operación de una nueva planta térmica, en el condado de Collier en la Florida, demandó de los recursos energéticos provenientes de un vertedero clausurado, en un período entre 1986 y 1992, ver Tabla 7-2.; siendo este el primer proyecto que se encuentra documentado en esta área de la minería.

*Tabla 7-2. Relación de primeros proyectos de minería de vertedero
 Fuente: el autor*

Año	País	Ciudad	Objetivo primario de explotación
1953	Israel	Tel Aviv	Recuperación de suelos
1988	USA	Edinburg - Texas	Proyecto de investigación en minería de vertedero, para producción de energía en NY
1989	India	Deonar - Mumbai	Estudio de investigación piloto, para el uso como abono orgánico.
1991	USA	Lancaster	Recuperación de suelos y generación de energía
1992	USA	Bethlehem	Control de contaminación de aguas subterráneas y recuperación de la capacidad de los vertederos
1992	USA	Thompson, Connecticut	Recuperación de la capacidad de los vertederos
1993	USA	Nashville, Tennessee	Control de contaminación; recuperación de suelos y uso como ceniza de base para vías.
1993	USA	Newbury, Mass	Control de contaminación de aguas subterráneas y recuperación de la capacidad de los vertederos
1994	USA	Hague, NY	Recuperación del espacio para uso recreativo
1994	Canadá	McDougal, Ontario	Control de contaminación de aguas subterráneas
1994	Alemania	Berghof	Primera experiencia Europea: Recuperación de la capacidad de los vertederos
1994	Italia	Cerdeña	Recuperación de la capacidad del vertedero
1994	Suecia	Filborna	Proyecto piloto
1998	Suecia	Gladsax	Reciclaje y producción de energía
2001	Holanda	Arnhem	Recuperación de suelos
2001	Holanda	Heiloo	Recuperación de la capacidad del vertedero
2012	Estonia	Saaremaa	Estudio piloto para extracción de metales

La tabla anterior muestra el gran auge que tuvo la LFM en los años 90, especialmente en los Estados Unidos; sin embargo una de las grandes limitantes que se presentan es la falta de informes sobre los resultados obtenidos, en cuanto a prácticas de exploración, técnicas de explotación y fraccionamiento de los residuos, como también las Leyes de los países donde en su gran mayoría no se contempla ningún tipo de actividad económica sobre estos espacios. Se ha de tener en cuenta que el fin de la minería de

vertedero está determinado por las características de los residuos dispuestos y el posible uso de estos.

La potencialidad de esta práctica se basa en el estimado de que unos 300 millones de toneladas de cobre se disponen en diferentes tipos de vertederos en todo el mundo y que corresponde a un 30% de las reservas naturales mundiales de este mineral. Así mismo la capacidad energética de estos vertederos podría estimarse entre 30 y 50 millones de m³ tan solo en la Unión Europea (UE); lo que reafirma la necesidad de determinar el potencial de estos espacios (Denafas, 2014).

Algunos investigadores referencian el concepto de LFM, a un proyecto de investigación de 1994, del Prof. William Hogland, de la Universidad de Lund en Suecia; quien realizó una primera excavación en el vertedero de Filborna en Helsingborg, sur de Suecia.

De igual manera experiencias en vertederos como la de Non Khaem en Bangkok - Tailandia, Gokarna en Katmandú - India y la de Nanjido en Seúl - Corea; han sido fuente primaria de información sobre el desarrollo de este tipo de minería, sin embargo muchas de las experiencias practicadas no se han registrado y el auge de esta técnica disminuyó hacia el año 2000 (Krook, 2010; Barlow *et al*, 2015).

En Europa la primera experiencia que se encuentra registrada fue en 1993, en el vertedero de Burghof en Alemania; también se incluyen vertederos como Döbeln-Hohenlauf, Schöneiche, Baselitz y Dresde en ese país (Bhatnagar *et al.*, 2012).

7.2.2. Problemas que presenta la minería de vertedero

Uno de los problemas más sentidos en el desarrollo de este tipo de minería es la falta de registros o normas reguladoras para esta actividad; aunque se habla del desarrollo de varios estudios piloto a nivel mundial, la información sobre su operación, gestión y producción es escasa e incompleta y en especial no hay informes de resultados.

En muchos países, en especialmente en los que están en vías de desarrollo, este tipo de minería no se contempla, llegando mediante su legislación a establecer como

alternativas para los vertederos y rellenos sanitarios clausurados solo la posibilidad de adelantar una restauración ya sea natural o inducida.

Otro problema que presenta el uso de esta técnica, es la alta inversión económica que no está exenta de riesgos, por lo que se requiere de un estudio de rentabilidad y potencial del vertedero para dar vía libre al proyecto.

Si bien la recuperación de reciclables es una actividad que genera ingresos, esta gira en torno a aspectos como la característica y calidad en la separación de las fracciones, la localización de la mina, los volúmenes de estériles, de ferrosos y no ferrosos como de la materia orgánica cuyo costo en oportunidades compensa la inversión.

7.3. Propuesta de protocolo de rehabilitación para el relleno sanitario Doña Juana

En Colombia una gran cantidad de ecosistemas han sido sometidos a procesos de degradación. De estos procesos son menores los que se han presentado por factores naturales que aquellos ocasionados al factor humano. En su mayoría los ecosistemas han sufrido deforestación, donde el deterioro de los ecosistemas originarios ha repercutido de forma directa sobre la biodiversidad y la calidad y cantidad de los ecosistemas, surgiendo los disturbios que dan paso a los ecosistemas degradados después de afectar su estructura y deteriorando su función (Ospina, 2011).

Lo anterior obliga a considerar la necesidad de detener el avance de los procesos de degradación cada día más frecuentes por lo que la rehabilitación surge como una alternativa de recuperación espacial y con la capacidad de recuperación del capital natural (Minambiente, 2015). Como ya se mencionó la rehabilitación es una forma de restauración, pero esta no implica llevar al ecosistema a su estado original o primigenio; esto le permite ser usada para indicar el mejoramiento desde un estado degradado hasta la emergencia de un ecosistema nuevo. Esto permitiría el restablecer algunas funciones del ecosistema pero no su estructura (Vargas, 2011).

Recordando los postulados de Hobb y Harris (2001), el proceso de restauración tiene un carácter interdisciplinar, lo que permite desde diferentes puntos de vista realizar propuestas para reparar las acciones antropogénicas que han degradado los ecosistemas.

El objetivo principal de esta propuesta es mejorar las condiciones de un espacio degradado por un actividad antropogénica, haciendo uso de la mejor alternativa entre un proyecto de minería de vertedero o el desarrollo de un parque ecológico; que para el caso de la propuesta se presenta esta última como la más viable, ya que se recupera el espacio y mejora la calidad de vida del sistema social, por medio de la reactivación de los servicios del ecosistema, mediante la aplicación de una dinámica integral.

La rehabilitación del relleno sanitario como elemento de restauración, es una estrategia de carácter multidisciplinar que articula el conocimiento para dar solución a la problemática generada sobre el ecosistema degradado por la gestión de este. La importancia de incluir la ciencias en el proceso de restauración permite determinar el estado actual del ecosistema (línea base), como las condiciones primigenias presentes en el área afectada por el proyecto; a su vez permite establecer las necesidades de las comunidades cercanas a este, consintiendo que el desarrollo de la restauración se oriente a acelerar el procesos de recuperación del área degradada, buscando recuperar su capacidad productiva y la generación de ecoservicios, a mediano o largo plazo, pero diferentes al del ecosistema primigenio.

La rehabilitación del relleno sanitario Doña Juana debe verse como un proceso adaptativo, que no solo lleva el ecosistema emergente a uno nuevo SER (2004), sino que se busca dar la base estructural para la regeneración del corredor ecológico que existía en la zona y mencionado en el Capítulo 4 (figura 7,3).

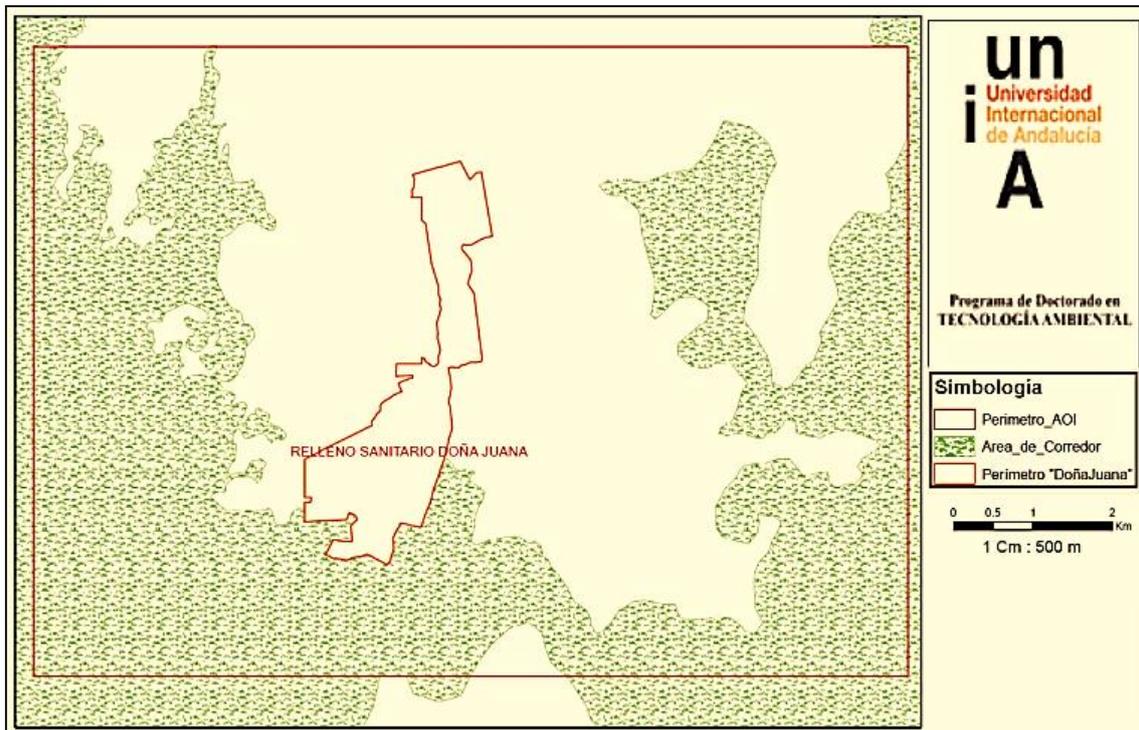


Figura 7-3. Plano que muestra la localización del antiguo corredor ecológico, hoy degradado.
Fuente: el autor (2015).

7.3.1. Ventajas de la propuesta

Entre las ventajas de la propuesta se plantean como elementos dinámicos la función social, la ambiental, la pedagógica y el paisaje.

La *función social*; busca mejorar la calidad de vida de la comunidad circundante, al relleno sanitario, mediante el fortalecimiento del tejido social, vincular y relacional con el medio natural; en una simbiosis de mutualismo, que permita recuperar la conexión con el ecosistema.

La *función ambiental*; busca la rehabilitación espacial del relleno sanitario mediante la implementación de una sucesión dirigida y con la incorporación de técnicas modernas de bioremediación, que permitan el mejoramiento de las condiciones del suelo, aspecto que incrementa la relación entre la diversidad de especies que buscan este espacio dentro de su dinámica poblacional.

La *función pedagógica*; pretende la activación de una conciencia de preservación de los ecosistemas, que permita desarrollar programas de prevención ambiental, manifestándose en una mejor calidad de vida para el sistema social que se refleja en la salud pública. Lo anterior se desarrollaría con el acompañamiento de la Universidades y diferentes grupos de investigación como de la comunidad académica del sector, mediante la implementación de talleres y proyectos de aula.

La *función paisajística*; busca mejorar la salud visual del ecosistema como de la comunidad mediante el uso de elementos naturales, de igual manera el desarrollo de proyectos de siembra de especies nativas que permita la transformación del espacio convirtiéndolo en un punto de encuentro y referente de la zona sur de la ciudad.

7.3.2. Alcances de la propuesta

Entre los objetivos a alcanzar con la propuesta se pueden establecer:

Buscar recuperar y mantener las corrientes de agua de la zona que forman parte de la cuenca del río Tunjuelo, que de alguna forma fueron intervenidos por el desarrollo del relleno sanitario, potenciando los servicios del ecosistema que este elemento presta a las comunidades.

Llegar a establecer en el área afectada un bosque arbustivo que permitirá como primer paso el repoblamiento de micro-fauna asociada a las especies vegetales como a los suelos del sello para dar las condiciones óptimas a la aparición de la macro-fauna propia del nuevo ecosistema.

Generar un espacio para el desarrollo de actividades ecoturísticas y de recreación al aire libre.

Dar alternativas de solución a la restauración del corredor ecológico, que fue afectado por los cambios en el uso del suelo, promovido tanto por la expansión ganadera como la agrícola.

Crear una nueva fuente de ingresos para la comunidad circundante que permita mejorar sus condiciones económicas y elevar su nivel de vida.

Invitar a la comunidad a organizarse y reconocer sus capacidades como un gremio organizado; que utiliza la crisis como una oportunidad, para cambiar su historia de población vulnerable y aumentar su capacidad de adaptación.

Presentar un modelo ambientalmente sostenible que motive reformas a la normatividad actual; permitiendo mostrar al ecosistema emergente como una solución a los problemas que se presentan en espacios altamente degradados, que asegure el monitoreo del proyecto y su mantenimiento.

La búsqueda de una rehabilitación estratégica puede generar un ecosistema nuevo, con miras al establecimiento de un punto común de encuentro que les permita con el apoyo de la ciencia dar las condiciones mínimas para que se presente una dinámica de emergencia, con la capacidad de mantenerse, robustecerse y conectarse con otros ecosistemas circundantes capaces de mejorar las condiciones de vida del sistema social mediante la generación de nuevos ecoservicios. Sin embargo es de importancia tener en cuenta que el ecosistema aún preserva los elementos históricos que en forma de relictos pueden servir de guía, más no son la directriz que se pretende buscar como resultado.

7.4. Protocolo de rehabilitación

Para considerar que el ecosistema del relleno sanitario Doña Juana esta rehabilitado se debe tener en cuenta el desarrollo de una serie de fases que permitan visibilizar la zona de estudio desde la complejidad, que permita establecer que el potencial de recursos tanto bióticos como abióticos sea el suficiente para garantizar la sostenibilidad del

ecosistema, tanto en su estructura funcional como en su dinámica de prestación de servicios; estas características le permitiría demostrar su capacidad de resiliencia para afrontar las perturbaciones.

De igual manera el ecosistema rehabilitado puede generar dinámicas simbióticas con otros ecosistemas en término de intercambio de flujos como en prestación de ecoservicios (Gann y Lamb, 2006). Por consiguiente para poder llegar a cumplir con este estado deseado se deben desarrollar una serie de tareas que se pueden desarrollar de forma particular dependiendo de las características de la zona de estudio.

7.4.1. Fase de planificación.

Teniendo en cuenta que la operación del relleno sanitario tiene permiso de operación hasta el año 2025, solo hasta esta época se darían las condiciones administrativas para iniciar el proceso de rehabilitación del relleno sanitario; sin embargo esta situación no es impedimento para iniciar la fase de planeación, buscando direccionar con el apoyo de las ciencias la toma de decisiones necesaria, para llegar a un estado óptimo del ecosistema nuevo. Para iniciar el proceso de restauración del relleno sanitario Doña Juana se debe identificar el mismo como un sistema único. Este proceso incorpora factores como el social, el económico, el político y el ético (SER, 2004).

El factor social representado por la comunidad residente en cercanías al relleno, debe ser integrado al proyecto; buscando con su participación que se identifique con el mismo, cambiando su percepción de un ecosistema perturbador a uno facilitador de servicios, como se mencionó en el Capítulo 5, permitiendo garantizar la sostenibilidad del ecosistema nuevo.

El factor económico hace referencia a los recursos que requiere la rehabilitación; mientras que el político busca hacer de esta una herramienta para la recuperación y conservación de los ecosistemas. Por otro lado el factor ético debe buscar modificar el comportamiento degradador del ser humano por uno conservacionista (Vargas, 2011).

Un aspecto de importancia en la planeación es el establecer criterios, que en su mayoría dependen de las condiciones de localización como el tamaño y características del área a recuperar; referencias de las condiciones y causas de la degradación, el fin que se quiere dar al nuevo ecosistema y en especial los servicios que se esperan obtener del ecosistema.

Para el desarrollo de un proyecto de rehabilitación se deben cumplir tres objetivos: la mejora del hábitat; garantizar el sostenimiento y conservación de la biodiversidad; y generar e incrementar la conectividad con otros ecosistemas del área (Minambiente, 2015). Para que se fortalezcan los procesos de sucesión y la recuperación natural se debe en el tiempo que este necesite, se contaría con una supervisión continua soportada en protocolos de monitoreo.

7.4.2. Fase de diagnóstico

Esta fase permite conocer el estado del relleno sanitario como de los espacios no intervenidos que servirán de referencia. El proyecto de rehabilitación en sus inicios requiere de un reconocimiento que permita determinar las características básicas que consientan establecer una línea base, permitiendo establecer su estado actual. El registro de la información básica y general del área a restaurar se debe hacer una descripción de los principales disturbios identificados, estableciendo el nivel de afectación de estos en intensidad respecto al área afectada y la severidad en cada uno de los componentes del ecosistema (suelo, agua, vegetación, fauna).

Tarea 1. Contextualización de la zona

Tarea 2. Diagnóstico del ecosistema actual (línea base).

Tarea 3. Definición del área a restaurar y su caracterización espacial a nivel regional

Tarea 4. Plantear los objetivos de restauración con la inclusión de la comunidad circundante.

Tarea 5. Identificación del grado de afectación del ecosistema generado por las perturbaciones del orden natural y antropogénicas.

7.4.3. Fase de participación y experimentación

El proyecto de rehabilitación del relleno sanitario, debe contar con la participación de la comunidad residente en el sector, quienes deben hacer suyo este, para garantizar el éxito. Su participación debe ser acorde a sus necesidades, reconociendo su papel en la cadena de degradación del ecosistema; así mismo debe reconocer la problemática generada por los diversos factores de perturbación presentes en el área, junto con sus causas y efectos sobre la comunidad (Vargas, 2011). Con el consenso de toda la comunidad, mediante el desarrollo de jornadas de socialización, se pueden buscar soluciones mediante sus capacidades, creatividad y potencialidades, que les permita proponer soluciones en búsqueda del equilibrio del ecosistema, como el mejoramiento en los niveles de calidad de vida (Barrera *et al.*, 2010).

Tarea 6. Motivar la participación de las comunidades residentes en el sector.

Tarea 7. Identificación de las especies primigenias presentes en los relictos cercanos al proyecto.

Tarea 8. Desarrollo de un inventario de especies presentes en los diferentes estratos succionales presentes en el área.

Tarea 9. Determinar las posibles dificultades socioecológicas al proceso de rehabilitación.

7.4.4. Fase de exploración biológica

La selección de las especies que se han de implementar, es un factor de éxito de la rehabilitación. La adecuada escogencia de estas especies define la trayectoria de la sucesión y de la continuidad de las mismas dentro de un sistema de competencia.

Tarea 10. Selección direccionada de las posibles especies a implementar.

Tarea 11. Diseño y construcción de viveros para sopesar el volumen de demanda de plántulas requeridas para la siembra.

Tarea 12. Identificación, georreferenciación y señalización de las zonas a recuperar, a partir del estado de degradación.

Tarea 13. Análisis fisicoquímicos de los suelos en cada zona a recuperar, para implementar posibles estrategias de mejora.

7.4.5. Fase de evaluación y seguimiento

La necesidad de diseñar una estrategia de seguimiento y monitoreo a la rehabilitación permite hacer la evaluación y seguimiento a los cambios que se sucedan en el ecosistema verificando el alcance de los objetivos. El termino evaluación hace referencia a la valoración del ecosistema en un periodo de tiempo; mientras que el seguimiento permite evaluar el procesos de rehabilitación (Prado-Castillo *et al.* 2005).

Tarea 13. Diseño de una metodología de evaluación y seguimiento

Tarea 14. Diseño de indicadores

Tarea 15. Implementación de las herramientas de evaluación y seguimiento como la medición de los indicadores.

7.4.6. Fase de arraigo

La fase de consolidación de un proyecto de rehabilitación, se da cuando se han superado casi todas las limitaciones y barreras, haciendo que el desarrollo del proyecto cumpla con los objetivos propuestos, donde las tareas propuestas en la fase de evaluación y seguimiento muestran un alto grado de afianzamiento del área recuperada.

Tarea 16. Diseño e instalación de zonas piloto que permitan el desarrollo del proyecto a largo plazo.

7.5. Consideraciones

Si bien no se conoce un dato exacto de las áreas que han sido afectadas por el desarrollo de los rellenos sanitarios en Colombia, por las características de sus procesos de gestión, la pérdida de diversidad, de bienes y de ecoservicios en los ecosistemas intervenidos es

evidente; haciendo que el grado de degradación aumente y la capacidad de recuperación de estos disminuya.

Para poder entender el proceso de restauración de un ecosistema degradado por acción antropogénica, se requiere comprender los principios de la misma restauración como requisito para diseñar estrategias y técnicas, teniendo en cuenta que existe una gran diversidad que comparte en el ecosistema desde que presenta un estado óptimo o natural, hasta que se convierte en degradado y que requieren para su permanencia un ecosistema nuevo.

En la medida en que se investigue y se amplíen las tecnologías de gestión de los residuos sólidos urbanos se minimizará la demanda de espacios para la construcción de nuevos rellenos sanitarios, prolongando la vida de los actuales.

Al realizar una disposición ordenada, tecnificada y sistemática de los residuos urbanos permitiría adelantar en un futuro de forma sostenible, una minería de vertedero (LFM) o *landfill mining*, donde se recupere de forma segura y sanitaria, gran cantidad de los recursos naturales enterrados como aluminio, cobre, hierro, plomo, metales preciosos y tierras raras, entre otros; permitiendo la disposición de los sobrantes para su aprovechamiento energético o su enterramiento nuevamente en el lecho del relleno para ser cubierto y sellado definitivamente y ayudando a la mitigación del cambio climático. Sin embargo la explotación de la minería de vertedero solo se puede realizar en rellenos que no han sido clausurados, dejando como único remedio para la rehabilitación de los antiguos el desarrollo de actividades no invasivas como espacios naturales o parques.

Una forma de cambiar la historia de los rellenos sanitarios ante el sistema social, es presentarlos como una reserva de recursos naturales secundarios para el futuro, su explotación genera una serie de desafíos que implican el desarrollo de nuevas tecnologías, la aparición de nuevos conceptos y métodos que permitan la evaluación del desempeño ambiental y económico de estos.

La falta de atención que los investigadores y gobiernos del mundo le han dado a la práctica de la LFM es la mayor limitante que tiene el poder desarrollar esta práctica, para realizar una recuperación de gran cantidad de recursos disponibles y reducir la presión sobre el medio natural para continuar con la explotación de estos recursos.

El auge de la LFM a fines del siglo XX se vio reducido a inicios del siglo XXI debido a la falta de técnicas y tecnología para realizar una extracción de calidad de las fracciones, como las continuas crisis económicas que no han permitido ver en los vertederos y RYS una fuente de recursos, el miedo a desencadenar posibles emergencias sanitarias al romper el sello de aislamiento de estos depósitos y la decreciente demanda de espacios para el desarrollo de nuevos RYS, debido a las continuas mejoras en la gestión en la fuente como de sistemas de reciclaje en algunos países del mundo.

Un aspecto de importancia es que el ecosistema rehabilitado, una vez que ha superado la etapa de emergencia da paso a un ecosistema nuevo con características diferentes al primigenio y con características de irreversibilidad a este.

Los protocolos son importantes ya que todos los ecosistemas degradados no presentan las mismas características ni los mismos niveles de degradación, tampoco se encuentran sometidos a las mismas perturbaciones, motivo por el cual permite la adaptación de los protocolos según la conveniencia. Por consiguiente estos son considerados como herramientas de restauración, para su diagnóstico, intervención y seguimiento, realizando ajustes que permitan el redireccionamiento en la toma de decisiones hacia el cumplimiento de los objetivos.

El fortalecimiento del desarrollo de protocolos se vería consolidado con la conjunción de los modelos teóricos con los prácticos, permitiendo la comprensión de una nueva disciplina de restauración, a partir de su abordaje desde la complejidad.



Capítulo 8

Conclusiones

Análisis de la dinámica sobre la gestión del RELLENO SANITARIO DE DOÑA JUANA (Bogotá, Colombia), como factor de perturbación: Una aproximación conceptual desde los sistemas ecológicos emergentes y la resiliencia

8. Conclusiones

Con el tiempo el ser humano ha entendido la importancia que tiene el manejo de los RESU como de la problemática que estos representan para su salud, la de las comunidades y la de los ecosistemas; donde las políticas públicas han pasado a ser una herramienta fundamental en la gestión de los residuos como en la solución a los conflictos socioambientales que estos generan. En Colombia la problemática de los residuos sólidos podría empeorar si no se toma conciencia general respecto al consumismo y la separación en la fuente, aspecto que disminuiría los grandes volúmenes que se vienen generando y afectando la capacidad de los rellenos sanitarios, con el concebido efecto sobre el cambio climático.

Las características de los residuos sólidos son diferentes en todos los países y regiones, lo que representa una dificultad en cuanto a su gestión, debido a que su tratamiento varía dependiendo de las características de los elementos que la conforman; en los países en desarrollo la fracción predominante es la de materia orgánica, mientras que en los industrializados es el papel y cartón, lo que permite que los procesos de recuperación sean mayores, llegando a los rellenos sanitarios volúmenes menores de residuos. Otro problema que surge especialmente en los países en desarrollo es la actividad de recuperación, donde batallones de personas (recicladores), que viven de la subsistencia se exponen a los peligros que esta actividad encierra, como son la exposición a enfermedades transmitidas por vectores o a accidentes generados por la manipulación de los residuos.

El empleo de los rellenos sanitarios en Colombia ha tenido un auge durante los últimos 30 años, donde su uso generalizado se manifiesta en la operación de 300 rellenos considerados legales y un estimado de 100 que funcionan ilegalmente. Sin embargo aunque existe una prohibición explícita sobre la disposición de residuos en botaderos, aun es una práctica empleada en el país y en muchos países en desarrollo. En el país la mayor concentración de rellenos sanitarios se encuentra en la Región Andina con el 63%.

Colombia es un país que cuenta con una base normativa suficiente y de convenios internacionales suscritos, en cuanto al manejo y disposición de los residuos sólidos. El marco regulatorio se centra en entes administrativos al nivel nacional, regional y local, lo que le permite mantenerse a la vanguardia de la problemática ambiental. Sin embargo mucha de esta normatividad ha surgido en torno a experiencias desagradables como la sucedida el 27 de septiembre de 1997 con el accidente en el relleno sanitario Doña Juana, lo que produjo el endurecimiento de las leyes referente a la operación y manejo de rellenos sanitarios en el país.

Un factor negativo a tener que superar es la percepción negativa que tiene la comunidad sobre los rellenos; en el caso del RSDJ este es visto como un ecosistema emergente que genera continuas perturbaciones. Sin embargo no hay que olvidar que las ciudades en continuo crecimiento, como sistemas socioecológicos, requieren espacios para la disposición de sus residuos sólidos, que en un primer momento cuando se diseñaron se localizaban alejados de los centros urbanos, contando en su mayoría con espacios altamente degradados, permitiendo después de su uso, ser recuperados e incorporados en la dinámica ecosistémica de la zona, devolviéndoles su capacidad funcional.

La resiliencia en los ecosistemas emergentes, aunque es difícilmente observada, se evidencia en los procesos adaptativos que se activan en el momento en que el ecosistema es sometido a una perturbación, motivando el inicio de la emergencia del ecosistema, repitiéndose cuando durante su desarrollo nuevas perturbaciones, especialmente antropogénicas, actúan sobre el ecosistema emergente para orientar su desarrollo, ya sea hacia una rehabilitación o hacia la humanización del ecosistema.

Entender cómo es la dinámica de los residuos, su disposición y almacenamiento, permitirá en un futuro el adelantar programas de conservación de biodiversidad, de igual forma se podría adelantar procesos de minería en los rellenos para la extracción de los recursos minerales enterrados y que en un futuro pudieran escasear; lo anterior garantiza un sistema de gestión organizado para minimizar los costos de extracción futura de estos minerales, garantizando que no se presente el agotamiento de las reservas naturales, como también se puedan disponer nuevamente los residuos sobrantes para la generación de energía.

La restauración es una forma de dar un nuevo valor a los espacios degradados, no sólo por el costo de la tierra sino por las mejoras en las cualidades del ecosistema y el valor social que este genera, dejando de ser reconocidos como la causa de algunos problemas, permitiendo transformar esta percepción, mediante la identificación potencial de nuevos servicios como el fortalecimiento de la relación entre el factor social y el natural.

El poder emplear las herramientas de investigación, mediante el levantamiento de las líneas base para caracterizar y clasificar los ecosistemas conocidos; permitiría dar las luces a los procesos de restauración respecto a las condiciones ideales a las que se debería llevar al ecosistema, garantizando la generación de un ecosistema emergente cuya dinámica permite su conectividad con los ecosistemas circundantes, lo que activaría el flujo de nuevos ecoservicios. Los resultados de estos proyectos exitosos requieren de su difusión para servir de modelos replicables, dependiendo de su escala, a nuevas experiencias donde la viabilidad y ejecución se pueda extender en otros contextos.

Es importante que la ciencia active el bucle donde los actores, al enfrentar la perturbación e independiente de su grado de vulnerabilidad, refuercen sus interacciones para dar paso a la resiliencia, como parte del proceso del sistema complejo adaptativo, recuperando y restaurando, además de mantener su sostenibilidad para generar ecoservicios.

La búsqueda de una interacción del factor social con la naturaleza, requiere de un abordaje multidisciplinar que permita la reconstrucción ambiental, mediante el aprender haciendo desde los diferentes frentes o contextos involucrados. La relación entre los componentes que generan la degradación del ecosistema donde funciona el relleno sanitario, permite obtener una visión general del problema que lleve a la restauración del mismo.

El incentivar la participación en eventos de investigación, involucrando a los centros de educación superior y a las Universidades, permitirá compartir experiencias innovadoras dando elementos que permitan ampliar las comprensiones de los abordajes temáticos para presentar y aprender de las experiencias, como crear redes en los temas relacionados con la restauración de rellenos sanitarios.

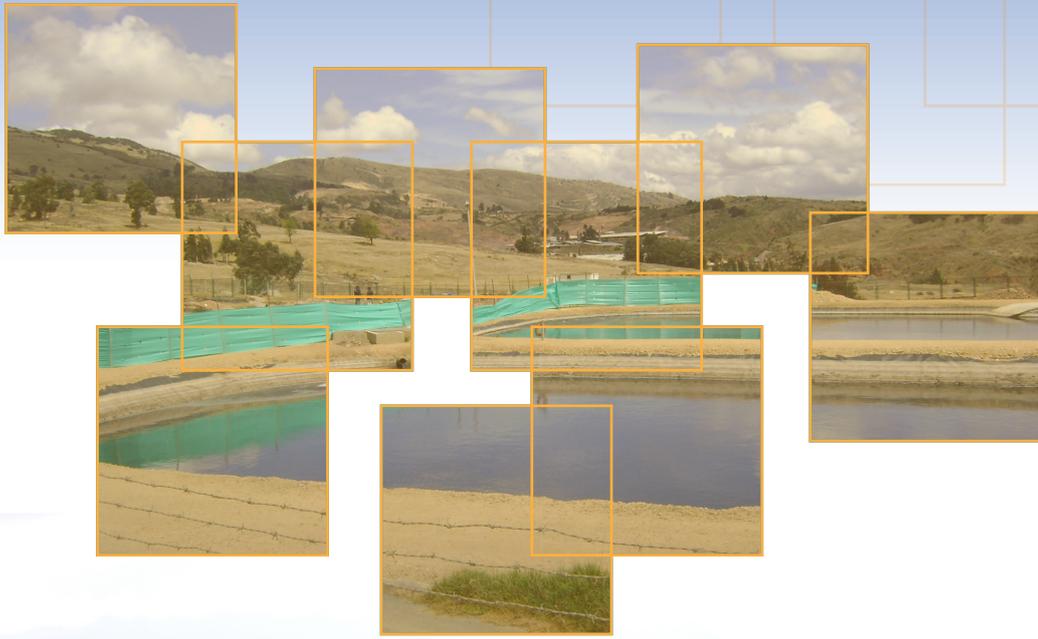
Al analizar las tendencias del conocimiento sobre el tema de este trabajo se puede evidenciar que a nivel nacional e internacional se ha investigado en gran manera, facilitando desarrollar procesos de planificación para enfrentar la problemática de la degradación de los espacios donde funcionan los rellenos sanitarios y mitigar las perturbaciones, en la búsqueda de soluciones que permitan la restauración de estos ecosistemas y la generación de nuevos, como recuperar los servicios perdidos de los ecosistemas para las comunidades.

La incapacidad de cuantificar y medir variables cualitativas, respecto al medio natural, se ha convertido en un problema ya que aunque podemos establecer el número de desastres generados tanto por la naturaleza como por los seres humanos, no ha sido posible valorar y medir el grado de afectación y vulnerabilidad de los ecosistemas. Esto invita a los gobiernos locales, regionales y nacionales, como al sector privado, a comprender cómo se desarrolla o avanza el proceso de degradación, convirtiéndose en un reto el estudiarlo y entenderlo, de tal forma que se permita tomar acciones que favorezcan la conectividad y dinámica para el surgimiento de un ecosistema emergente.

La identificación de una forma para desarrollar estrategias para la recuperación de los ecosistemas emergentes son los protocolos, permite el ser utilizados como herramientas

en la restauración de ecosistemas degradados, donde el direccionamiento de las estrategias para llevar al ecosistema a un estado de clímax, garantice la prestación de nuevos ecoservicios, teniendo en cuenta que estos pueden ser diferentes a los que históricamente se generaban.

Revisada la literatura sobre los ecosistemas nuevos, se evidenció que los autores no expresan diferencia alguna entre lo que es un ecosistema emergente y uno nuevo; esta diferencia surge cuando al desarrollar este trabajo se observó que la emergencia de un ecosistema en el relleno sanitario se presenta con la aparición espontánea de organismos que no registraban antecedentes históricos en el ecosistema, que al ser sometido a continuas perturbaciones desencadenó un proceso de resiliencia que hace que el ecosistema se redireccione hacia otros estadios, mediante la restauración natural o asistida, lleva a la aparición de un ecosistema nuevo, diferente al histórico y con la capacidad de soportar nuevas especies y la prestación de diferentes servicios. En la medida en que la interacción entre los factores activadores de surgimiento, como se mencionó en el Capítulo 3, convergen, se favorece la aparición del ecosistema emergente que transite hacia la formación de un ecosistema nuevo.



Glosario de términos

Análisis de la dinámica sobre la gestión del RELLENO SANITARIO DE DOÑA JUANA (Bogotá, Colombia), como factor de perturbación: Una aproximación conceptual desde los sistemas ecológicos emergentes y la resiliencia

Glosario de términos

A

Acopio: Acción tendiente a reunir productos desechados o descartados por el consumidor al final de su vida útil y que están sujetos a planes de gestión de devolución de productos posconsumo, en un lugar acondicionado para tal fin, de manera segura y ambientalmente adecuada, a fin de facilitar su recolección y posterior manejo integral.

Acumulación: Es una transformación microbiana de los compuestos orgánicos, donde el contaminante es incorporado al microorganismo.

Almacenamiento: Acumulación o depósito temporal, en recipientes o lugares, de la basura y residuos sólidos de un generador o una comunidad, para su posterior recolección, aprovechamiento, transformación, comercialización o disposición final.

Antropoceno: Período o intervalo geológico, caracterizado por diferentes tipos de disturbios ecológicos, generados por la acción del hombre; como son la liberación a la atmósfera de gases de efecto invernadero, de manera indiscriminada, como producto de la actividad industrial acelerada.

Aprovechamiento: Proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se incorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración

con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales o económicos.

Área de aislamiento: Corresponde al área perimetral de un relleno sanitario, ubicada en su entorno, en donde se establecerán plantaciones que permitan la reducción de impactos sobre este. Es decir, corresponde al área de transición entre el área en donde se realizará la disposición final de residuos sólidos, mediante la tecnología de relleno sanitario, y su entorno.

B

Biodegradabilidad: Capacidad de descomposición rápida bajo condiciones naturales.

Biodegradación: Es una transformación microbiana de los compuestos orgánicos, donde el contaminante es usado como sustrato para el crecimiento de los microorganismos, esto es, su metabolismo.

Biogás: Gas un poco más liviano que el aire, producto de la descomposición de la materia orgánica presente en los residuos sólidos; está compuesto por una mezcla porcentual de metano CH₄ en un 60% y de dióxido de carbono CO₂, en un 40%, con un contenido mínimo de otros gases como el ácido sulfhídrico H₂S; de igual manera la temperatura de la llama puede alcanzar los 870 °C.

Botadero: Hace referencia al Vertedero

C

Capacidad adaptativa de una comunidad (CAC): Hace referencia a la capacidad que tiene una comunidad para enfrentar, resistir, recuperarse y tomar ventaja de una perturbación o cambio externo.

Capacidad adaptativa: Hace referencia a la capacidad para adaptarse o ajustarse de los ecosistemas, y sistemas humanos a estímulos determinados o a sus efectos.

Capacidad de recuperación: Es el resultado de un proceso de capacidad adaptativa; parte de la forma como el sistema aprende en respuesta a las perturbaciones. Es diferente a la *capacidad adaptativa*.

Capital natural: Hace referencia a todos los recursos naturales que proporcionan un flujo sostenible de bienes y servicios, contribuyendo a la estimación y valoración de los ecosistemas, como al aumento de la resiliencia en los ecosistemas.

Caracterización de los residuos: Determinación de las características cualitativas y cuantitativas de un residuo sólido, identificando contenidos y propiedades de interés con una finalidad específica.

Celda de disposición: Infraestructura ubicada en el relleno sanitario, donde se esparcen y compactan los residuos durante el día para cubrirlos totalmente al final del mismo.

Celda de seguridad: Infraestructura especial que se ubica en las áreas donde se realizará la disposición final de residuos sólidos, mediante la tecnología de relleno sanitario, donde se confinan y aíslan del ambiente los residuos de carácter peligroso, previo cumplimiento de las normas ambientales y sanitarias.

Centro de Acopio: Lugar donde los residuos sólidos son almacenados y/o separados y clasificados según su potencial de reuso o transformación.

Cobertura. El material de cobertura es aquel que se explota en el mismo sitio del Relleno Sanitario o en sitios aledaños o es importado de otros lugares de la ciudad y sirve para el cubrimiento de la basura una vez compactada.

Coefficiente de GINI: Es una medida de desigualdad o de pobreza, con valores entre cero y uno, donde uno es el grado máximo de desigualdad posible.

Cometabolismo: Es una transformación microbiana de los compuestos orgánicos, donde el contaminante es transformado por reacciones metabólicas sin emplearse como fuente de energía.

Compactación: Proceso normalmente utilizado para incrementar el peso específico (densidad en unidades métricas) de materiales residuales para que puedan ser almacenados y transportados más eficazmente.

Compost: Es una enmienda orgánica para los suelos, procedente de los restos orgánicos de los residuos sólidos urbanos. Material estable que resulta de la descomposición de la materia orgánica en procesos de compostaje.

Compostaje: Proceso mediante el cual la materia orgánica contenida en las basuras se convierte a una forma más estable, reduciendo su volumen y creando un material apto para cultivos y recuperación de suelos.

Contaminación: Se entiende por contaminación la alteración del medio ambiente por sustancias o formas de energía puestas allí por la actividad humana o de la naturaleza en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir con el bienestar y la salud de las personas, atentar contra la flora y/o la fauna, degradar la calidad del medio ambiente o afectar los recursos de la Nación o de los particulares.

Contaminante: se dice de un residuo cuando por su cantidad, composición o naturaleza particular es de difícil integración a los ciclos naturales, flujos y procesos ecológicos.

Contaminar: Penetrar o aportar sustancias nocivas en un producto o un medio, degradando su estado natural.

Cuantificación: Proceso mediante el cual se determina la proporción de cada uno de los componentes contenidos en los residuos sólidos.

D

Densidad: Masa o cantidad de materia de los residuos, contenida en una unidad de volumen, en condiciones específicas.

Descomponedores: Son todos aquellos seres vivos que descomponen la materia orgánica (microorganismos, hongos e insectos)

Desechar: Excluir, rechazar, menospreciar o arrojar.

Dinámica de Sistemas: Es una metodología de modelado, simulación y análisis de sistemas complejos, formulada inicialmente por Jay Forrester, para entender cómo los sistemas cambian a través del tiempo. Esta metodología usa conceptos del control

realimentado para organizar la información en un modelo de simulación por computador, donde se representan las variables del mundo real, la simulación resultante revela implicaciones del comportamiento del sistema representado por él.

Disposición final de los residuos: Proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en forma definitiva, efectuado por las personas prestadoras de servicios, disponiéndose en lugares especialmente diseñados para recibirlos y eliminarlos, obviando su contaminación y favoreciendo la transformación biológica de los materiales fermentables, de modo que no representen daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente.

E

Ecoeficiencia: Hace referencia al proceso continuo de maximizar la productividad de los recursos, minimizando desechos y emisiones, y generando valor agregado para las empresas, sus clientes y sus accionistas. A través de la eficiencia y el compromiso en todos los niveles de la organización se encuentran alternativas de uso, manejo y tratamiento que mejoren los sistemas de producción, incrementando su productividad y minimizando los impactos sociales y ambientales.

Ecoservicios: El concepto viene dado desde una perspectiva antropocéntrica, haciendo referencia a los servicios que las personas reciben de los ecosistemas y que mantienen de manera directa o indirecta los niveles de calidad de vida.

Ecosistema: Es el complejo sistema formado por las comunidades de plantas, animales, hongos y microorganismos así como por el medioambiente inerte que les rodea y sus interacciones como unidad ecológica.

Ecosistema emergente: Son aquellos que presentan una estructura ecosistémica, conformada por especies en abundancia relativa y que no cuentan con registro de haberse presentado antes en ese bioma.

Embalajes: Conjunto de elementos que envuelven un artículo con el fin de que no sufra daños.

Emisión: Descarga de una sustancia o elemento al aire, en estado sólido, líquido o gaseoso, o en alguna combinación de estos, provenientes de una fuente fija o móvil.

Envase: Recipiente en el que se introduce un producto para guardarlo, transportarlo o expendirlo.

Envoltura: Capa exterior que cubre un producto ya sea empaque primario, secundario y terciario.

F

Fermentación: Transformación de un cuerpo orgánico en otros más simples, por la acción de microorganismos y condiciones ambientales.

G

Generador: Personas naturales o jurídicas, habitantes permanentes u ocasionales, nacionales o extranjeros que perteneciendo a los sectores residencial o no residencial y siendo usuario o no del servicio público domiciliario de aseo, generan o producen basuras o residuos sólidos, como consecuencia de actividades domiciliarias, comerciales, industriales, institucionales, de servicios y en instituciones de salud, a nivel urbano y rural, dentro del territorio nacional.

Gestión Integral de Residuos: Conjunto de operaciones y disposiciones encaminadas a dar a las basuras y residuos producidos, el destino global más adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos de tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final.

Gobernanza ambiental: es el gobierno y administración del medio ambiente y los recursos naturales desde su consideración como un bien común mundial, de la categoría específica de los que se dividen al compartirse.

Grado de exposición: Hace referencia al modo y tiempo de sometimiento a una perturbación.

H

Hábitat: Es el espacio que reúne las condiciones adecuadas para que una especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia.

I

Incinerador: Horno para quemar o incinerar residuos bajo condiciones controladas.

Inertes: Son productos o residuos que no experimentan transformaciones fisicoquímicas y biológicas, por lo tanto sin riesgos para la salud.

Inorgánicos: Todos aquellos elementos en los que su estructura, no está compuesta por elementos orgánicos.

J

K

L

La incineración: es un proceso exotérmico que involucra la descomposición de materia constituida a base de carbono, en gases y cenizas, en presencia de oxígeno.

La pirolisis: es un proceso endotérmico que involucra la descomposición / volatilización de materia orgánica en combustibles gaseosos o líquidos y un sólido carbonizado a altas temperaturas, en la ausencia de oxígeno.

La gasificación: es un proceso similar a la pirolisis en el que se adiciona oxígeno para producir combustibles gaseosos.

Laguna de pondaje: Área en donde confluyen las aguas provenientes de un sistema de desagüe para ser almacenadas.

Lixiviado: Se refiere a cualquier líquido y sus componentes en suspensión, que ha percolado o drenado a través de la masa de residuos. El término es válido tanto para los residuos peligrosos como los no peligrosos. Según el tiempo de su formación y presencia en el RYS, se denomina: *lixiviado joven*, este presenta el más alto grado de concentración, siendo el más contaminante por ser generado en la etapa de disposición de los RESU.

Lixiviado maduro: Corresponde al lixiviado que se genera en zonas clausuradas, con un periodo de formación de entre 1 y 5 años.

Lixiviado viejo: Corresponde al lixiviado que se genera en zonas con más de cinco años de ser clausuradas, siendo su principal diferencia el nivel de materia orgánica contenido en estos.

Lodo: Suspensión de materiales en un líquido proveniente del tratamiento de aguas residuales, del tratamiento de efluentes líquidos o de cualquier actividad que lo genere.

M

Manejo Integral: Es la adopción de todas las medidas necesarias en las actividades de prevención, reducción y separación en la fuente, acopio, almacenamiento, transporte, aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final, importación y exportación de residuos o desechos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para proteger la salud humana y el ambiente contra los efectos nocivos temporales y/o permanentes que puedan derivarse de tales residuos o desechos.

Materia orgánica: Materia de la que están compuestos los seres vivos o productos provenientes de los mismos.

Materia Prima: materiales extraídos de la naturaleza que nos sirven para construir los bienes de consumo.

Material Reciclable: Es todo material de desecho que se genera en la empresa y puede ser reutilizado para la elaboración de otros productos, tales como vidrio, papel, cartón, plástico o chatarra.

Medio Ambiente: conjunto de elementos abióticos (energía solar, suelo, agua y aire) y bióticos (organismos vivos) que integran la delgada capa de la Tierra llamada biosfera, sustento y hogar de los seres vivos.

Metales Pesados: En este caso. Elementos que se encuentran en pequeñas cantidades en las basuras pero que, debido a sus características químicas, son difíciles de eliminar, muy contaminantes y tóxicos.

Minería de vertedero (LFM): También conocida como *minería urbana o landfill mining*; corresponde a un proceso de extracción y tratamiento de residuos minerales u otros recursos sólidos que se encuentran enterrados en vertederos o rellenos sanitarios clausurados, con fines comerciales o energéticos.

Muestra o muestreo: Cada una de las pruebas que se realiza para averiguar la composición de los residuos.

Monitoreo: Actividad consistente en efectuar observaciones, mediciones y evaluaciones continuas en un sitio y periodo determinados, con el objeto de identificar los impactos y riesgos potenciales hacia el ambiente y la salud pública o para evaluar la efectividad de un sistema de control.

N

O

P

Panarquía: Hace referencia a un conjunto de ciclos adaptativos que se desarrollan jerárquicamente a escalas variables de carácter continuo, permitiendo una recombinación por breves períodos. También son considerados el conjunto de ciclos

anidados de renovación, donde se hace énfasis en los vínculos y las conexiones interescales.

Papel: Material obtenido a partir de la celulosa extraída de la madera u otros vegetales.

Papel plastificado: Cualquier producto de papel o cartón recubierto por una lámina de plástico transparente, generalmente para alargar la vida del artículo

Periurbano: se emplea para nombrar a los espacios que se sitúan en los alrededores de una ciudad y que, aunque no se emplean para el desarrollo urbano, tampoco se usan para actividades rurales.

Perturbación: hace referencia a cualquier afectación que cause molestia o afecte la capacidad y facultad de un ser humano para desarrollar una actividad normalmente.

Plástico: Material muy moldeable procedente del petróleo y utilizado en numerosas aplicaciones.

Pondaje: Véase Laguna de pondaje.

Producción Per cápita: Cantidad de residuos generada por una población, expresada en términos de Kg/hab-día o unidades equivalentes.

Putrefacción: Acción de corromperse por efecto de microorganismos.

Q

R

Reciclaje: Utilización de objetos como materia prima para fabricar nuevos productos. Procesos mediante los cuales se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelven a los materiales sus potencialidades de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje consta de varias etapas: procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, acopio, reutilización, transformación y comercialización.

Recolección. Es la acción y efecto de recoger y retirar los residuos de uno o varios generadores efectuada por la persona prestadora del servicio.

Recuperación: Acción que permite retirar y recuperar a las basuras aquellos materiales que pueden someterse a un nuevo proceso de aprovechamiento, para convertirlos, en materia prima útil en la fabricación de nuevos productos.

Reducción en el origen: Forma más eficaz de reducir la cantidad y toxicidad de residuos, así como el costo asociado a su manipulación y los impactos ambientales, por esta razón se encuentra en primer lugar en la jerarquía de una gestión integrada de residuos sólidos.

Reinserción: Hace referencia a las faenas destinadas a reincorporar un RYS ya sellado a su entorno.

Relleno sanitario (RYS) o Vertedero sanitario: Tipo de vertedero. Instalación diseñada técnicamente con principios de ingeniería, donde son dispuestos los residuos sólidos urbanos, sin causar molestia ni peligro para la salud y seguridad pública.

Remediación: Conjunto de medidas a las que se someten los sitios contaminados para reducir o eliminar los contaminantes hasta un nivel seguro para la salud y el ambiente o prevenir su dispersión en el ambiente sin modificarlos.

Reciclar: Someter un material usado a un proceso para que se pueda volver a utilizar. En el proceso de reciclado, el material mediante diferentes técnicas como fundición, desintegración o procesos químicos se separa para luego convertirse en un nuevo objeto.

Residuo o desecho: Es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó o porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula.

Residuo Peligroso: Aquellos que por sus características infecciosas, combustibles, inflamables, explosivos, radiactivos, volátiles, corrosivos, reactivos o tóxicos pueden

causar daño a las salud humana o al medio ambiente. Así mismo, se consideran residuos peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.

Residuo sólido (RES): material de desecho originado por cualquier actividad.

Residuo sólido aprovechable: Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo.

Residuo sólido especial: Es todo residuo sólido que por su naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso, necesidades de transporte, condiciones de almacenaje y compactación, no puede ser recolectado, manejado, tratado o dispuesto normalmente por la persona prestadora del servicio público de aseo. El precio del servicio de recolección, transporte y disposición de los mismos será pactado libremente entre la persona prestadora y el usuario, sin perjuicio de los que sean objeto de regulación del sistema de gestión, posconsumo.

Residuo sólido no aprovechable: Es todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo. Son residuos que no tienen ningún valor comercial, requieren tratamiento y disposición final y por lo tanto generan costos de disposición.

Residuo sólido ordinario: Es todo residuo sólido de características no peligrosas que por su naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso es recolectado, manejado, tratado o dispuesto normalmente por la persona prestadora del servicio público de aseo. El precio del servicio de recolección, transporte y disposición final de estos residuos se fija de acuerdo con la metodología adoptada por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.

Residuo sólido urbano (RESU): hace referencia a los residuos sólidos de carácter urbano, generados por el hombre como resultado de su actividad diaria en centros poblados (viviendas, demoliciones, espacio público, etc.).

Residuos biodegradables: Son aquellos residuos químicos o naturales que se descomponen fácilmente en el ambiente. En esta clasificación se encuentran las frutas, vegetales, restos de alimentos, madera y otros residuos que puedan ser transformados en materia orgánica.

Residuos reciclables: Son aquellos que no se descomponen fácilmente y pueden volver a ser utilizados en procesos productivos como materia prima.

Entre estos residuos se encuentran: algunos papeles y plásticos, chatarra, vidrio, telas, partes y equipos obsoletos o en desuso, entre otros.

Residuos ordinarios e inertes: Son aquellos que no se descomponen ni se transforman en materia prima por ausencia de tecnología disponible en la región, o porque su degradación natural requiere grandes períodos de tiempo. Entre estos se encuentran: el papel higiénico, las colillas de cigarrillo, lo que resulta del barrido, envolturas de mecatro, entre otros.

Reutilización: Acción de reutilizar un objeto con el fin de no convertirlo en residuo. Prolongación y adecuación de la vida útil de los residuos sólidos recuperados y que mediante tratamientos mínimos devuelven a los materiales su posibilidad de utilización en su función original o en alguna relacionada, sin que para ello requieran procesos adicionales de transformación.

Riesgo: Probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana y/o al ambiente.

Ruta de Reciclaje: Recorrido necesario para recoger los residuos generados en el origen.

Resiliencia: Capacidad humana de asumir con flexibilidad situaciones límite y sobreponerse a ellas. En un sistema ecológico es la capacidad de este para asimilar perturbaciones, generando una auto reorganización mientras que experimenta el cambio, lo que le permite mantener su función, estructura e identidad.

S

Selección: Método por el cual se separan los residuos sólidos con base en una clasificación previamente establecida

Separación en la fuente: Clasificación de las basuras y residuos sólidos en el sitio donde se generan. Su objetivo es separar los residuos que tienen un valor de uso indirecto, por su potencial de reuso, de aquellos que no lo tienen, mejorando así sus posibilidades de recuperación.

Sensibilidad: Es la capacidad de asimilación con que un ecosistema o comunidad puede ser afectado de manera positiva o negativa por un estímulo ambiental.

Servicios de los ecosistemas: Beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas; esto incluye los servicios de aprovisionamiento como alimentos y agua, pero también incluye servicios de regulación como son el control de inundaciones y epidemias, también los servicios culturales como son los beneficios espirituales, recreativos o culturales, y por último los servicios esenciales como el ciclo de los nutrientes que asegura las condiciones que permiten que haya vida en la Tierra.

Servicios de aprovisionamiento: productos que se obtienen de los ecosistemas, entre estos están los recursos genéticos, los alimentos y fibras y el agua dulce.

Servicios de regulación: beneficios relacionados con la regulación de los procesos de los ecosistemas, tales como la regulación del clima, del agua y de ciertas enfermedades que afectan al ser humano.

Servicios culturales: beneficios inmateriales que las personas obtienen de los ecosistemas a través del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, el recreo y las experiencias estéticas entre las que se encuentran los sistemas de conocimiento [populares], las relaciones sociales y los valores estéticos.

Servicios esenciales: servicios de los ecosistemas que son necesarios para la producción de todos los demás servicios de los ecosistemas. Algunos ejemplos son la producción de biomasa, la producción de oxígeno.

Sistema: Hace referencia a un conjunto de elementos o subsistemas que interactúan dinámicamente buscando mantener su equilibrio o estabilidad. Estos se denominan *sistemas naturales*, cuando surgen como una respuesta a perturbaciones producidas por la naturaleza; *artificiales o humanizados* cuando tienen origen en la intervención antropogénica sobre la naturaleza y son *sistemas compuestos* cuando se presenta una intervención antrópica sobre un sistema natural, de manera directa o indirecta.

Sistema Adaptativo Complejo (CAS): De su sigla en inglés, “Complex Adaptive Systems”, es un conjunto de agentes que pueden actuar en paralelo y desarrollar “modelos” de cómo funcionan las cosas en su medio, como también, refinar esos modelos mediante el aprendizaje y la adaptación.

Sistema Complejo Socio Ecológico (SCSE): Hace referencia a la relación que se da entre los sistemas sociales y ecológicos; a través de la gestión antropogénica que afecta la dinámica de los ecosistemas, generando efectos sobre el sistema social, llevándolos a generar su reajuste y una auto organización de forma natural.

Sistema socioecológicos o socioecosistema (SSE): Hace referencia a la relación que existe entre los sistemas humanos y los sistemas naturales o ecológicos.

Sustentabilidad: Capacidad del sistema humano para satisfacer las necesidades de la población actual, sin afectar los recursos que permitan cubrir las necesidades de crecimiento y el desarrollo de las generaciones futuras.

T

Tecnósfera: Estrato hipotético del planeta sometido a la presencia de la influencia humana y sus acciones culturales. (sensu Naveh)

Tratamiento: Conjunto de operaciones, procesos o técnicas encaminadas a la eliminación, la disminución de la concentración o el volumen de los residuos o basuras, o su conversión en formas más estables.

U

Urbano: su origen etimológico está en el término latino “*urbs*”, que puede traducirse como “*ciudad*”; hace referencia a aquello que pertenece o hace referencia a la ciudad, donde la población se dedica a tareas productivas diferentes al agro.

Usuario: Persona natural o jurídica beneficiaria de la prestación del servicio público de aseo, en calidad de propietario y/o receptor del servicio.

V

Vectores: Organismos, generalmente insectos o roedores que transmiten enfermedades. Medio de transmisión de un patógeno de un organismo a otro.

Vertederos: Son aquellos lugares donde se deposita finalmente la basura. Éstos pueden ser oficiales o clandestinos.

Vertedero a cielo abierto: Sitio donde los residuos sólidos se abandonan sin separación ni tratamiento alguno. Representan un peligro para la salud y la seguridad de los pobladores de las zonas aledañas a estos lugares, quienes en la XI mayoría de los casos viven en condiciones infrahumanas sobre los montones de basura o sus alrededores.

Vertedero de Residuos sólidos: Espacio del territorio donde se disponen los residuos sólidos de origen urbano; se le da el nombre de **incontrolado** cuando no se aplican medidas protectoras a su impacto sobre el medio ambiente, y es **controlado** cuando se disponen en una zona acondicionada previamente para este fin.

Vertedero sanitario: Véase el Relleno sanitario

Vulnerabilidad: Incapacidad de respuesta ante una perturbación determinada.

Vulnerabilidad Social (VS): Es la exposición de grupos o individuos a unas perturbación, estrés o impacto, generado por factores ambientales o antrópicos.



Bibliografía citada

Análisis de la dinámica sobre la gestión del RELLENO SANITARIO DE DOÑA JUANA (Bogotá, Colombia), como factor de perturbación: Una aproximación conceptual desde los sistemas ecológicos emergentes y la resiliencia

Bibliografía citada

- Acsehrad H (2014). Disputas cognitivas e exercício da capacidade crítica: o caso dos conflitos ambientais no Brasil .
<http://www.scielo.br/pdf/soc/v16n35/a04v16n35.pdf>
- Adger, W. N. (2000). Social and ecological resilience: are they related?. *Progress in human geography*, 24(3), 347-364.
https://groups.nceas.ucsb.edu/sustainability-science/2010%20weekly-sessions/session-102013-11.01.2010-emergent-properties-of-coupled-human-environment-systems/supplemental-readings-from-cambridge-students/Adger_2000_Social_ecological_resilience.pdf
- Adger, W. N., & Hobdod, J. (2014). 6 Ecological and social resilience. *Handbook of sustainable development*, 91.
http://190.11.224.74:8080/jspui/bitstream/123456789/1234/2/ebooksclub.org__Handbook_of_Sustainable_Development.pdf#page=95
- Agarwala M, Atkinson G, Palmer B, Homewood K, Mourato S, Rowcliffe J.M, , Wallace G, and Milner-Gulland E.J (2014). Assessing the Relationship Between Human Well-being and Ecosystem Services: A Review of Frameworks
https://drive.google.com/file/d/0B4GvD_aOySuTW82SDIYbUFFUTA/view?usp=sharing
<http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=102369530&S=R&D=eih&EbscoContent=dGJyMMv17ESeqLQ4zdnyOLCmr02ep7RSr624Sa%2BWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGnr02yqbNLuePfgex43zx>
- Ahern, J., Cilliers, S., & Niemelä, J. (2014). The concept of ecosystem services in adaptive urban planning and design: A framework for supporting innovation. *Landscape and*

- Urban Planning, 125, 254-259.
http://ac.els-cdn.com/S0169204614000346/1-s2.0-S0169204614000346-main.pdf?_tid=27d21cfa-7bfa-11e5-918c-00000aab0f6b&acdnat=1445875184_cfe22cd0f6e8efb1d0cb0deed44b70dc
- Ahsan, A., Alamgir, M., El-Sergany, M. M., Shams, S., Rowshon, M. K., & Daud, N. N. (2014). Assessment of Municipal Solid Waste Management System in a Developing Country. *Chinese Journal of Engineering*, 2014. https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySuTXhtc3NmdGxnVKE/view?usp=sharing
- AIDIS, OPS, BID (2010). Informe de la Evaluación regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en América Latina y el Caribe 2010". <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36466973>
- Aimé, C., Laval, G., Patin, E., Verdu, P., Ségurel, L., Chaix, R., Hegay, T., Quintana-Murci, Ll., Heyer, E., & Austerlitz, F. (2013). Human genetic data reveal contrasting demographic patterns between sedentary and nomadic populations that predate the emergence of farming. *Molecular biology and evolution*, 30(12), 2629-2644.
- <http://mbe.oxfordjournals.org/content/30/12/2629.full>
- Alcaldía de Envigado (2011). Guía para el adecuado manejo de residuos sólidos y peligrosos. http://www.envigado.gov.co/Secretarias/SecretariadeMedioAmbienteyDesarrolloRural/documentos/publicaciones/Guia_residuos.pdf
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C (2010). Diagnostico ambiental popular del Sur. https://drive.google.com/a/unimilitar.edu.co/file/d/0B4GvvD_aOySuLVJ5X3VJM2IBU1k/view?usp=sharing
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2010). Plan de gestión social para la recuperación territorial, social, ambiental y económica del área de influencia directa del relleno sanitario Doña Juana 2009-2013. Bogotá. https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySuRGhXWE9oU3F2aU/view?usp=sharing
- Allen, C. R., Angeler, D. G., Garmestani, A. S., Gunderson, L. H., & Holling, C. S. (2014). Panarchy: Theory and application. *Ecosystems*, 17(4), 578-589. <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1126&context=ncfwrustaff>
- Alliance, R. (2007). Urban resilience research prospectus: a resilience alliance initiative for

- transitioning urban systems towards sustainable futures. Australia/USA/Sweden: CSIRO/Arizona State University/Stockholm University.
<http://www.citiesforpeople.ca/wp-content/uploads/2014/02/urban-resilienceresearchprospectusv7feb07.pdf>
- Alvares E, González S y López W (2015). Guía para la selección de especies nativas de árboles multipropósito en proyectos de carbono forestal para Colombia: un enfoque desde la ecología funcional
http://www.mvccolombia.co/images/ManualArbolesNativosCarbono_JBMED_FundacionNaturaleza.pdf
- Álvarez Hincapié, C. F. (2012). Capital natural crítico y función de hábitat como aproximación a la complejidad ambiental.
<http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/351/1/132-149.pdf>
- Andersson, A., Barthel, S., Ahrné, K., (2010). Measuring social-ecological dynamics behind the generation of ecosystem services. *Ecological Society of America, America*, 17(5): 1267-1278.
http://pub.epsilon.slu.se/3999/1/Andersson_et_al_090918.pdf
- Andrade, F. H. (2011). La tecnología y la producción agrícola. Ediciones INTA. ISBN 978-987-679-055-0 EEA Balcarce, Centro Regional Buenos Aires Sur
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/27813/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Anesapa (2014). Guía para la Implementación, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios
<http://www.anesapa.org/wp-content/uploads/2014/12/GuiaRellenosSanitarios.pdf>
- Anton, C., Young, J., Harrison, P. A., Musche, M., Bela, G., Feld, C. K., ... & Settele, J. (2010). Research needs for incorporating the ecosystem service approach into EU biodiversity conservation policy. *Biodiversity and Conservation*, 19(10), 2979-2994.
<http://esanalysis.colmex.mx/Sorted%20Papers/2010/2010%20AUT%20DEU%20ESP%20GBR%20GRC%20HUN%20PRT%20SWE%20Biodiv%20Interd.pdf>
- Antonopoulos, I. S., Perkoulidis, G., Logothetis, D., & Karkanas, C. (2014). Ranking municipal solid waste treatment alternatives considering sustainability criteria using the analytical hierarchical process tool. *Resources, Conservation and Recycling*, 86, 149-159.

- http://www.researchgate.net/profile/George_Perikoulidis/publication/262111881_Ranking_municipal_solid_waste_treatment_alternatives_considering_sustainability_criteria_using_the_analytical_hierarchical_process_tool/links/00b7d5382dd3ede71c000000.pdf
- Arcia D (2015). ¿Puede surgir de un cerro de basura un maravilloso jardín urbano?
<http://blogs.iadb.org/ciudadessostenibles/2014/09/30/de-un-cerro-de-basura-a-un-jardin-urbano/>
- Armesto, JJ, Manushevich, D., Mora, A., Smith-Ramírez, C., Rozzi, R., Abarzúa, AM, y Marquet, PA (2010). From the Holocene to the Anthropocene: A historical framework for land cover change in southwestern South America in the past 15,000 years., *Land Use Policy* 27 (2), 148-160
<ftp://146.83.237.34/eng/publications/pdf/Armesto%20et%20al%20LUP%202010.pdf>
- Aronson, J. y S. Alexander. 2013. Ecosystem Restoration is now a global priority: time to roll up our sleeves *Restoration Ecology* vol. 21, No. 3, pp. 293-296.
<http://www.landscapes.org/wp-content/uploads/2013/10/Aronson-2013.pdf>
- Aronson, J., Murcia, C., Kattan, G. H., Moreno-Mateos, D., Dixon, K., & Simberloff, D. (2014). The road to confusion is paved with novel ecosystem labels: a reply to Hobbs et al. *Trends in ecology & evolution*, 29(12), 646-647.
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySuQnlzYnlNV216N2c/view?usp=sharing
- <http://www.ag.unr.edu/nowak/PlantTalk/Aronson%202014%20The%20road%20to%20confusion%20is%20paved%20with%20novel%20ecosystem%20labels%20a%20reply%20to%20Hobbs%20et%20al.pdf>
- Arraiz G. (2014) Teoría fundamentada en los datos: un ejemplo de investigación cualitativa aplicada a una experiencia educativa virtualizada en el área de matemática"
<http://www.redalyc.org/pdf/1942/194229980003.pdf>
- Arriero L.E (2008) Diagnostico del componente forestal en el relleno sanitario de Doña Juana
<http://www.usergioarbolada.edu.co/investigacion-medioambiente/diagnostico-del-componente-forestal-en-el-relleno-sanitario-dona-juana.pdf>
- Arrieta G; CRA - Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico – CRA – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; República de

Colombia.

http://www.cra.gov.co/apc-aa-files/36666164373034386433323930303464/dimension_categoria/orizacion_1.pdf

Avanzini J.M (2003). Medio Ambiente Urbano. Los Residuos Urbanos y Asimilables - Concepto y Clasificación de los Residuos Urbanos y Asimilables. Junta de Andalucía Capitulo de libro <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnnextoid=cfa1b106c4de5010VgnVCM100000624e50aRCRD&vgnnextchannel=52e5a7aaaf4f4310VgnVCM2000000624e50aRCRD>

CAPITULO I

http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Educacion_Y_Participacion_Ambiental/Educacion_Ambiental/Educam/Educam_IV/MAU_RU_y_A/rua01.pdf

Avlonitis, G. (2011). Understanding urban ecology: Exploring the ecological integrity of small scale greening interventions in the City of Cape Town . Unpublished Masters Dissertation. Cape Town: University of Cape Town. http://open.uct.ac.za/bitstream/handle/11427/10044/thesis_sci_2011_avlontis_g.pdf?sequence=1

Avlonitis, G. (2011). Understanding urban ecology: exploring the ecological integrity of small scale greening interventions in the City of Cape Town. http://open.uct.ac.za/bitstream/handle/11427/10044/thesis_sci_2011_avlontis_g.pdf?sequence=1

Bain, R. E. S., Wright, J. A., Christenson, E., & Bartram, J. K. (2014). Rural: urban inequalities in post 2015 targets and indicators for drinking-water. *Science of the Total Environment*, 490, 509-513. http://www.researchgate.net/profile/Elizabeth_Christenson/publication/262787619_Ruralurban_inequalities_in_post_2015_targets_and_indicators_for_drinking-water/links/00463539b1b0fcbe57000000.pdf

Banco Mundial (2012). Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia. <http://www.sigpad.gov.co/sigpad/archivos/GESTIONDELRIESGOWEB.pdf>

Barkin, D. (2012). Hacia un nuevo paradigma social. *Polis (Santiago)*, 11(33), 41-58 http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-65682012000300003

Barlow C, Iqbal W, Ashton S (2005). Landfill Mining <http://www.srcf.ucam.org/awtb>

- i/documents/Landfillmining.pdf
- Barral, M. P., Benayas, J. M. R., Meli, P., & Maceira, N. O. (2015). Quantifying the impacts of ecological restoration on biodiversity and ecosystem services in agroecosystems: a global meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 202, 223-231. http://www.researchgate.net/profile/Paula_Meli/publication/271194575_Quantifying_the_impacts_of_ecological_restoration_on_biodiversity_and_ecosystem_services_in_agroecosystems_A_global_meta-analysis/links/54bfc94f0cf21674ce9c80a3.pdf
- Barrera, J., Contreras, S., Garzón, N., Moreno, A., Montoya, S., (2010). Manual para la restauración ecológica de los ecosistemas disturbados del distrito "capital" https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySuNDIJSFFWQ19uLTg/view?usp=sharing
- Barthel, S., & Isendahl, C. (2013). Urban gardens, agriculture, and water management: Sources of resilience for long-term food security in cities. *Ecological Economics*, 86, 224-234. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800912002431>
- Barton, D. N., Barton, D. N., Lindhjem, H., Magnussen, N. K., Norge, S., & Holen, S. (2012). Valuation of ecosystem services from Nordic watersheds. Nordic Council of Ministers. https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=lang_es|lang_en|lang_pt&id=dB59BUcMzNEC&oi=fnd&pg=PA3&dq=Valuation+of+ecosystem+services+from+Nordic+watersheds.+&ots=v6KXTCQHg_&sig=SH3qQLidReZ1QwVkJtCQ0HUEh2M#v=onepage&q&f=false
- Barton, J. R. (2009). Adaptación al cambio climático en la planificación de ciudades-regiones. *Revista de Geografía Norte Grande*, (43), 5-30.
- Jimenez M M.(2014) ¿Resiliencia ante el cambio climático?. <http://www.scielo.cl/pdf/rgeong/n43/art01.pdf>
- Barton, D. N., Lindhjem, H., Magnussen, K., et al. (2012). Valuation of ecosystem services from Nordic watersheds. From awareness raising to policy support? (VALUESHED). Copenhagen: Nordic Council of Ministers. https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=lang_es|lang_en|lang_pt&id=dB59BUcMzNEC&oi=fnd&pg=PA3&dq=Valuation+of+ecosystem+services+from+Nordic+watersheds.+From+awareness+raising+to+policy+support%3F&ots=v6K

- YRBLGjX&sig=ulqfc28qpYRI
XIzAuF936UfE-
kY#v=onepage&q=Valuation
%20of%20ecosystem%20servi
ces%20from%20Nordic%20wa
tersheds.%20From%20awaren
ess%20raising%20to%20polic
y%20support%3F&f=false
- Bastidas Fegan, M. S. (2015).
Mecanismos de incentivo para
la restauración de paisajes
degradados.
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8639/MONOGRAFIA%20fin%20SOLEDAD%20BASTIDAS%20TITULACION%20vfin26feb2015OK%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bedoya, J (2014). La auto-organización
de comunidades vegetales de
páramo, luego de un disturbio
por fuego: Una herramienta
para la restauración ecológica.
<http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/4335/1/5773B412.pdf>
- Beltrán, J. E. P., Rojas, P. L. V., &
Caballero, D. A. R. (2015).
Teoría fundamentada y sus
implicaciones en investigación
educativa: el caso de Atlas.
ti. Revista de Investigaciones
UNAD, 13(1), 23-39.
<http://hemeroteca.unad.edu.co/entrenamiento/index.php/rdiu/article/view/1129>

<http://hemeroteca.unad.edu.co/entrenamiento/index.php/rdiu/article/view/1129/1327>
- Bennett, E., Carpenter, S. R., Gordon,
L. J., Ramankutty, N.,
Balvanera, P., Campbell, B. &
Spierenburg, M. (2014).
Toward a more resilient
agriculture. *Solutions*, 5, 65-75.
<http://www.thesolutionsjournal.org/node/237202?page=4>
- Bennett, N. J., Dearden, P., & Peredo,
A. M. (2015). Vulnerability to
multiple stressors in coastal
communities: a study of the
Andaman Coast of
Thailand. *Climate and
Development*, 7(2), 124-141.
http://dspace.library.uvic.ca:8080/bitstream/handle/1828/5226/Bennett_Nathan_ClimDev_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bernabé Miguel Angel - Carreón Dora -
Cerca Mariano - Culqui Javier
- González Maria Esther -
González Marcos
- Gutiérrez Carlos - Gutiérrez Raul -
Herrera Giovanni - Padilla
Oswaldo - Pauker Francisco -
Rodriguez Fabián -
- Rodríguez Gonzalo - Salazar Rodolfo -
Toulkeridis Theofilos - Vasco
Carlos - Zacarías Said (2014).
Amenazas de Origen Natural y
Gestión de Riesgo en el
Ecuador 1. Algunos elementos
fundamentales en el manejo de
Reducción de Riesgo de
Desastres (RRD)"
http://www.researchgate.net/profile/Giovanni_Herrera_Enriquez/publication/279850265_De_

- la_vulnerabilidad_a_la_resiliencia._Gestin_de_Riesgos___Am
enazas_de_Origen_Natural/lin
ks/559bdd8308aee2c16df026c
4.pdf#page=301
- BERNACHE PÉREZ, G. (2012).
Riesgo de contaminación por
disposición final de residuos:
Un estudio de la región centro
occidente de México. Revista
internacional de contaminación
ambiental, 28, 99-107.
[http://www.scielo.org.mx/sciel
o.php?pid=S0188-
49992012000500014&script=s
ci_arttext](http://www.scielo.org.mx/sciel
o.php?pid=S0188-
49992012000500014&script=s
ci_arttext)
- Bernes, C., Jonsson, B. G., Junninen,
K., Löhmus, A., Macdonald,
E., Müller, J., & Sandström, J.
(2014). What is the impact of
active management on
biodiversity in forests set aside
for conservation or
restoration?. Para incluir en
Cap
[http://www.eviem.se/Documen
ts/projekt/SR6protocol%20fina
l.pdf](http://www.eviem.se/Documen
ts/projekt/SR6protocol%20fina
l.pdf)
- Bhatnagar A, Kaczala F, Kriipsalu M,
Hogland M y Hogland W.
(2012). Closing the life cycle
of landfills - landfill mining in
the Baltic Sea region for future
[http://lnu.se/polopoly_fs/1.781
99!SESSION%207%20LAND
FILL%20MINING.pdf](http://lnu.se/polopoly_fs/1.781
99!SESSION%207%20LAND
FILL%20MINING.pdf)
- Bhuiyan, S. H. (2010). A crisis in
governance: Urban solid waste
management in Bangladesh.
Habitat International, 34(1),
125-133.
[https://www.researchgate.net/p
ublication/240432316_A_crisis
_in_governance_Urban_solid_
waste_management_in_Bangla
desh](https://www.researchgate.net/p
ublication/240432316_A_crisis
_in_governance_Urban_solid_
waste_management_in_Bangla
desh)
- [https://www.google.com.co/url
?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&sour
ce=web&cd=5&cad=rja&uact
=8&ved=0CD0QFjAEahUKE
wia0JLA1b3IAhUDJB4KHZe
9DOQ&url=http%3A%2F%2F
pactu.edu.np%2Fcontents%2F
project%2Ffiles%2Fa_crisis_in
_governance_sustainable_urban
_solid_waste_management_in
_bangladesh_by_dr_shahjahan
_h_bhuiyan.doc&usg=AFQjC
NE70-06MCE-
e3Cbds6TQqREW2w4mQ"](https://www.google.com.co/url
?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&sour
ce=web&cd=5&cad=rja&uact
=8&ved=0CD0QFjAEahUKE
wia0JLA1b3IAhUDJB4KHZe
9DOQ&url=http%3A%2F%2F
pactu.edu.np%2Fcontents%2F
project%2Ffiles%2Fa_crisis_in
_governance_sustainable_urban
_solid_waste_management_in
_bangladesh_by_dr_shahjahan
_h_bhuiyan.doc&usg=AFQjC
NE70-06MCE-
e3Cbds6TQqREW2w4mQ)
- Borderías M P, Martín E M.,(2012).
Medioambiente Urbano.
Editorial UNED, Madrid,
España. Electrónico: 978-84-
362-6324-4 Edición digital:
septiembre de 2011 Page 410.
[https://books.google.com.co/bo
oks?hl=es&lr=&id=WgWUyD
gN4iIC&oi=fnd&pg=PA7&dq
=Border%20C3%ADas+M,+Mart
%20C3%ADn+E.+\(2012\).+Medi
oambiente+Urbano.+Editorial+
UNED,+Madrid,+Espa%20C3%
B1a.&ots=S5kGpYEqXp&sig
=hoV-
jbKkpqWt9XIweWI23qLDey0
#v=onepage&q=Border%20C3%
ADas%20M%2C%20Mart%20C
3%ADn%20E.%20\(2012\).%20
Medioambiente%20Urbano.%
20Editorial%20UNED%2C%2](https://books.google.com.co/bo
oks?hl=es&lr=&id=WgWUyD
gN4iIC&oi=fnd&pg=PA7&dq
=Border%20C3%ADas+M,+Mart
%20C3%ADn+E.+(2012).+Medi
oambiente+Urbano.+Editorial+
UNED,+Madrid,+Espa%20C3%
B1a.&ots=S5kGpYEqXp&sig
=hoV-
jbKkpqWt9XIweWI23qLDey0
#v=onepage&q=Border%20C3%
ADas%20M%2C%20Mart%20C
3%ADn%20E.%20(2012).%20
Medioambiente%20Urbano.%
20Editorial%20UNED%2C%2)

- 0Madrid%2C%20Espa%C3%
B1a.&f=false
- Boschma, R. (2015). Towards an evolutionary perspective on regional resilience. *Regional Studies*, 49(5), 733-751. <http://econ.geo.uu.nl/peeg/peeg1409.pdf>
- Bosmans, A., Vanderreydt, I., Geysen, D., & Helsen, L. (2013). The crucial role of Waste-to-Energy technologies in enhanced landfill mining: a technology review. *Journal of Cleaner Production*, 55, 10-23. https://lirias.kuleuven.be/bitstream/123456789/311936/2/JCLP_ABosmans.pdf
- Bradley, B.A (2010). Assessing ecosystem threats from global and regional change: hierarchical modeling of risk to sagebrush ecosystems from climate change, land use and invasive species in Nevada, USA. *Ecography* 33: 198-208. <http://people.umass.edu/bethanyb/Bradley,%20Ecography,%202010.pdf>
- Brander, L. M., & Koetse, M. J. (2011). The value of urban open space: Meta-analyses of contingent valuation and hedonic pricing results. *Journal of Environmental Management*, 92 (10), 2763–2773. https://www.researchgate.net/profile/Luke_Brander/publication/51496356_The_value_of_urban_open_space_meta-analyses_of_contingent_valuation_and_hedonic_pricing_results/links/54af352d0cf21670b359f6c4.pdf
- BR TUCU, G., DINC , M., & DINC , G. (2014). Awareness research concerning the existence and implications of the avrig–scorei–f g ra protected area. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series V: Economic Sciences*, 7(2). <http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=100415438&S=R&D=bth&EbscoContent=dGJyMMTo50SeqLE4zdneyOLCmr02ep7RSs6m4SLOWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGnr02yqbNLuePfgex43zx>
- Burkhard, B., Petrosillo, I. y Costanza, R. 2010. Ecosystem services – Bridging ecology, economy and social sciences. *Ecological*

- Complexity 7: 257-259.
<https://www.pdx.edu/sites/www.pdx.edu.sustainability/files/Burkhard%20et%20al.%202010.pdf>
- Bursch, F.M (2014). Informal sector recyclers: inclusion for more sustainable waste management. <https://scholarsbank.uoregon.edu/xmlui/bitstream/handle/1794/18040/Thesis%20Final-Bursch.pdf?sequence=1>
- Calvente, A., (2007) Resiliencia: un concepto clave para la sustentabilidad, Universidad Abierta Interamericana, 10 pp. (7-7-2012)
<http://www.sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf/cs/UAIS-CS-200-003%20-%20Resiliencia.pdf>
- Carrera, R. H. (2014). La investigación cualitativa a través de entrevistas: Su análisis mediante la teoría fundamentada. Cuestiones pedagógicas: Revista de ciencias de la educación, (23), 187-210.
http://institucional.us.es/revistas/cuestiones/23/Mis_5.pdf
- Castellanos. C, Bonilla. M.A (2011). Grupos funcionales de plantas con potencial uso para la restauración en bordes de avance de un bosque alto andino.
<http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v16n1/v16n1a12.pdf>
- Castro, B. C., Cruz, J. C., & Alfaro, M. D. L. L. (2014). La higiene mental del individuo y su relación con la basura en sus entornos de vida. *Horizonte Sanitario*, 7(3), 31-35.
<http://revistas.ujat.mx/index.php/horizonte/article/viewFile/200/140>
- Castro-Romero, M., Valdés-López, C., & Barrera-Cataño, J. I. (2014). Prioridades de restauración ecológica del suelo y sus servicios ecosistémicos asociados, degradados por uso agropecuario en la microcuenca santa helena (suesca-cundinamarca). *Caldasia*, 36(1), 37-52.
<http://www.scielo.org.co/pdf/cal/v36n1/v36n1a4.pdf>
- CDB- Contraloriade Bogota D.C. (2015). Procedimiento y manejo de residuos solidos http://www.contraloriabogota.gov.co/intranet/contenido/Normatividad/Resoluciones/2015/RR_004_2015%20Se%20Derogan%20y%20Adoptan%20Procedimientos%20del%20Proceso%20de%20Gesti%C3%B3n%20de%20Recursos%20F%C3%ADsicos%20en%20la%20Contralor%C3%ADa%20de%20Bogot%C3%A1%20D.C/PROCEDIMIENTO%20MANEJO%20INTEGRAL%20DE%20RESIDUOS%20PGRF-25.pdf

- CEPAL “Comisión Económica para América Latina y el Caribe” (2014). Evaluaciones del desempeño ambiental: Colombia 2014. Recuperado el [19-05-15]
http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36663/lc13768_es.pdf?sequence=1
- CEPIS (2014). Guía para la definición y clasificación de residuos peligrosos http://www.icesi.edu.co/blogs/manejousorsi201002/files/2010/08/GUIA-PARA-LA-DEFINICION-Y-CLASIFICACION-DE-RESIDUOS-PELIGROSOS_CEPIS.pdf
- Chan, K. M. A., Satterfield, T., & Goldstein, J. (2012). Rethinking ecosystem services to better address and navigate cultural values. *Ecological Economics*, 74, 8–18.
https://drive.google.com/file/d/0B4Gvvd_aOySuOEttdXJkOXIZTkU/view?usp=sharing
- Chandrappa R., Bhusan D (2012). *Solid Waste Management: Principles and Practice*. Editor Springer Science & Business Media, London.
<https://books.google.com.co/books?id=8c4h3qshpJYC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Chang, N.B., Pires, A., Martinho, G., (2011). Empowering systems analysis for solid waste management: challenges, trends and perspectives. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* 41 (16), 1449–1530
http://www.researchgate.net/publication/233864457_ChemInform_Abstract_Empowering_Systems_Analysis_for_Solid_Waste_Management_Challenges_Trends_and_Perspectives
- Chen N, Graham P.(2011) Libro. *Climate Change as a Survival Strategy: Soft Infrastructure for Urban Resilience and Adaptive Capacity in Australia's Coastal Zones*. Local Sustain. 2011;1:379-88. Edt Springer
http://download.springer.com/static/pdf/709/bok%253A978-94-007-0785-6.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Fbook%2F10.1007%2F978-94-007-0785-6&token2=exp=1439296156~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F709%2Fbok%25253A978-94-007-0785-6.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Fbook%252F10.1007%252F978-94-007-0785-6*~hmac=9d86e54611e67186685e45242f9da661fefbb17cc9ce176734c7a9c160184f03
- http://download.springer.com/static/pdf/807/chp%253A10.1007%252F978-94-007-0785-6_38.pdf?originUrl=http%3A

- %2F%2Flink.springer.com%2Fchapter%2F10.1007%2F978-94-007-0785-6_38&token2=exp=1439298302~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F807%2Fchp%25253A10.1007%25252F978-94-007-0785-6_38.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Fchapter%252F10.1007%252F978-94-007-0785-6_38*~hmac=2abb15db5a0641f39e64d880ee86cfa39f96a74fb0dc8d2a59b55066e96540d4
- Chong, W. K., & Hermreck, C. (2010). Understanding transportation energy and technical metabolism of construction waste recycling. *Resources, conservation and recycling*, 54(9), 579-590.
http://ac.els-cdn.com/S0921344909002390/1-s2.0-S0921344909002390-main.pdf?_tid=ff40a056-799f-11e5-8f5e-00000aacb35d&acdnat=1445616559_5fa2c3790741d3c246a7b9e4b7cdbdcf
- Clewell, A. F. y J. Aronson. (2013). *Ecological restoration: Principles, values and structure of an emerging profession*. Segunda edición. Island Press, Washington, D.C., EE.UU.
https://books.google.com/books?hl=es&lr=lang_es|lang_en|lang_pt&id=10IG_uBYF20C&oi=fnd&pg=PP1&dq=Ecological+restoration:+Principles,+val
- ues+and+structure+of+an+emerging+profession&ots=LzGXA7YJx-&sig=AtZmSGCUs1CNaI_3I57xQyriwvc#v=onepage&q=Ecological%20restoration%3A%20Principles%2C%20values%20and%20structure%20of%20an%20emerging%20profession&f=false
- CMCC - Convenio Marco de Cambio Climático. (2013). Report on the technical workshop on ecosystem-based approaches for adaptation to climate change. SBSTA/2013/2." <http://unfccc.int/resource/docs/2013/sbsta/eng/02.pdf>
- Colding, J. (2014). Resilience Practice: Building Capacity to Absorb Disturbance and Maintain Function by Brian Walker and David Salt (review). *Ecological Restoration*, 32(2), 214-215.
http://muse.jhu.edu/login?auth=0&type=summary&url=/journals/ecological_restoration/v032/32.2.colding.html
- Collazos, H., De Castro, C., Riveros, M., & Ospina, A. (2011). Los residuos sólidos Industriales peligrosos en Bogotá. *Ingeniería e Investigación*, (20), 12-16.
<http://www.bdigital.unal.edu.co/22980/1/19678-65287-1-PB.pdf>
- Colomer, F. J., Altabella, J. E., Darás, F. G., Herrera, L., & Prats, F. R. M. (2013). Influencia de la

- ubicación de los rellenos sanitarios en el impacto ambiental. Caso de España. *Ingeniería*, 17(2), 141-151. http://www.revista.ingenieria.ady.mx/Vol%2017/influencia_ubicacion.pdf
- Colomer. F, Gallardo. A.(2007). Identificación de peligros asociados a un vertedero controlado <http://www.inese.es/html/files/pdf/amb/iq/R97-86.pdf>
- Confalonieri, U. E., Lima, A. C. L., Brito, I., & Quintão, A. F. (2014). Social, environmental and health vulnerability to climate change in the Brazilian Northeastern Region. *Climatic change*, 127(1), 123-137. http://download.springer.com/sstatic/pdf/442/art%253A10.1007%252Fs10584-013-0811-7.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2Fs10584-013-0811-7&token2=exp=1445892670~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F442%2Fart%25253A10.1007%25252Fs10584-013-0811-7.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1007%252Fs10584-013-0811-7*~hmac=73a9d0caa61d658f6b711e77675d953172c9a596cc430088459ddbce9f05bd16
- Cook, I. R., & Swyngedouw, E. (2014). *Cities, nature and sustainability*. Cities and Social Change. London: Sage. <http://research.northumbria.ac.uk/urbanfutures/wp-content/uploads/2012/10/Cities-nature-and-sustainability.pdf>
- Corbi A (2014) La pérdida de la biodiversidad biológica: causas y consecuencias <http://www.desarrolloargentino.org/desarrollo-sostenible/la-perdida-de-la-biodiversidad-biologica-causas-y-consecuencias>
- CORPOCALDAS. (2010). Plan de manejo de la Reserva Forestal Protectora de las cuencas hidrográficas del Río Blanco y Quebrada Olivares.. Manizales, Colombia. http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/576/Plan_Manejo_.pdf, 22 Octubre 2013.
- Corredor M (2010). El Sector Reciclaje en Bogotá y su Región: Oportunidades para los Negocios Inclusivos http://www.mapeo-rse.info/sites/default/files/El_sector_reciclaje_en_Bogota_y.pdf
- Cortez M (2011). Caracterización fisionómica, estructural y florística de algunas comunidades vegetales en la cuenca media del río Tunjuelo <http://www.metadirectorio.org/bitstream/001/602/1/Caracterizaci%C3%B3n%20fision>

- %C3%B3mica%20estructural
%20y%20flor%C3%ADstica%
20de%20algunas%20comunida
des%20vegetales%20en%20la
%20cuenca%20media%20del
%20r%C3%ADo%20Tunjuelo.
pdf
- Cote, M., & Nightingale, A. J. (2012). Resilience thinking meets social theory Situating social change in socio-ecological systems (SES) research. *Progress in Human Geography*, 36(4), 475-489.
[http://www.researchgate.net/profile/Muriel_Cote2/publication/236648284_Resilience_thinking_meets_social_theory_Situating_change_in_socio-ecological_systems_\(SES\)_research/links/004635289efb7dbad4000000.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Muriel_Cote2/publication/236648284_Resilience_thinking_meets_social_theory_Situating_change_in_socio-ecological_systems_(SES)_research/links/004635289efb7dbad4000000.pdf)
- CPC. Constitución Política de Colombia (1991).
- Criollo Gualpa, C. I., & Ulloa Pérez, O. J. (2015). Propuesta de aprovechamiento territorial-ambiental en la ruta Padre Albino del Curto-Sevilla de Oro a través de un sendero ecológico.
<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8898/1/UPS-CT005118.pdf>
- Cuba, M (2014). A pesar de algunos tropiezos, Colombia está a la vanguardia en el campo de la restauración ecológica
http://blog.cifor.org/22957/a-pesar-de-algunos-tropiezos-colombia-esta-a-la-vanguardia-en-el-campo-de-la-restauracion-ecologica#.Vdx5EiV_NBd
- Cubitt, T. (2014). *Latin American Society*. Routledge.
https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=1F-gBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=The+Americas+and+the+civilization:+the+process+of+formation+and+causes+of+the+unequal+development+of+the+peoples+of+the+Americas&ots=TJv5Sg32-L&sig=8_W-zkGOrAmXBlenQ0KGaSkOtiI#v=onepage&q&f=false
- Cumming, G. S. (2011). Spatial resilience: integrating landscape ecology, resilience, and sustainability. *Landscape ecology*, 26(7), 899-909.
http://www.researchgate.net/profile/Graeme_Cumming/publication/226080293_Spatial_resilience_integrating_landscape_ecology_resilience_and_sustainability/links/00b49526821d477737000000.pdf
- DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2014). Proyección de Población para Colombia por Municipios. Consultada en www.dane.gov.co el 23 de abril de 2014.
www.dane.gov.co
- Daniel, T. C., Muhar, A., Arnberger, A., et al. (2012). Contributions of cultural services to the

- ecosystem services agenda. Proceedings of the National Academy of Sciences, 109 , 8812–8819.
<http://www.pnas.org/content/109/23/8812.full.pdf>
- Danielsen, F., Burgess, N. D., Jensen, P. M., & Pirhofer-Walzl, K. (2010). Environmental monitoring: the scale and speed of implementation varies according to the degree of people's involvement. *Journal of Applied Ecology*, 47(6), 1166-1168.
doi:10.1111/j.1365-2664.2010.01874-
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2664.2010.01874.x/epdf>
- Dawson, T. P., Rounsevell, M. D., Kluvánková-Oravská, T., Chobotová, V., & Stirling, A. (2010). Dynamic properties of complex adaptive ecosystems: implications for the sustainability of service provision. *Biodiversity and Conservation*, 19(10), 2843-2853.
<http://esanalysis.colmex.mx/Sorted%20Papers/2010/2010%20GBR%20SVK%20-3F%20Social.pdf>
- Daza, S. J., & Casas, A. F. (2014). Factores que determinan la resiliencia socio-ecológica para la alta montaña andina. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 13(25).
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySuallMN0U4YWU4WW8/view?usp=sharing
- Daza, S. J., & Casas, A. F. (2014). Factores que determinan la resiliencia socio-ecológica para la alta montaña andina. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 13(25).
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySuallMN0U4YWU4WW8/view?usp=sharing
- de Groot, R. S., J. Blignaut, S. Ploeg, J. Aronson, T. Elmqvist, y J. Farley. (2013). Benefits of investing in ecosystem restoration. *Conservation Biology* 27:1286-1293
<http://www.constantinealexander.net/2013/week50/>
- De la Paz Elez, P., Martín, V. R., & García, E. M. (2014). Nuevas tendencias de intervención en Trabajo Social. *Azarbe: Revista Internacional de Trabajo Social y Bienestar*, (3), 223-228.
<https://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/40470/1/29.Nuevas%20tendencias%20de%20intervenci%C3%B3n%20en%20trabajo%20social.pdf>
- Denafas G. (2014). *Landfill Mining: Challenges and Perspectives*
<http://kalbos.ktu.lt/index.php/erem/article/viewFile/7438/3804>
- Depietri, Y., Renaud, F. G., & Kallis, G. (2012). Heat waves and fl

- oods in urban areas: A policy-oriented review of ecosystem services. *Sustainability Science*, 7, 95–107. <http://link.springer.com/article/10.1007/s11625-011-0142-4#page-1>
- Díaz, A. A., & García, Á. R. (2014). la gestión de residuos sólidos urbanos. *GESTIÓN*, D1. http://mail.peruserver.com/gestionpublica.org.pe/plantilla/rxv5t4/1029474941/enl4ce/2014/feb/revges_gp_febrevista2014_7.pdf
- Díaz, A. A., & García, Á. R. (2014). la gestión de residuos sólidos urbanos. *GESTIÓN*, D1. http://mail.peruserver.com/gestionpublica.org.pe/plantilla/rxv5t4/1029474941/enl4ce/2014/feb/revges_gp_febrevista2014_7.pdf
- Díaz, M. L. (2015). Globalización, grandes proyectos y privatización de la gestión urbana. *Revista Urbano*, 8(11), 49-58. <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RU/article/viewFile/510/473>
- Diazgranados N, Sisa A, Madariaga C, Molinares N, y Escolar M (2011). Diagnostico y clausura del botadero La Concepción. Soledad - Colombia. <http://www.redisa.uji.es/artSim2011/ImpactoYRiesgoAmbienta/Diagn%C3%B3stico%20y%20clausura%20del%20botadero%20La%20Concepci%C3%B3n.%20Soledad%20%20Colombia.pdf>
- Dimuro G, Jerez E. (2010). COMUNIDADES EN TRANSICIÓN: Hacia otras prácticas sostenibles en los ecosistemas urbanos. *Revista Ciudades, Comunidades e Territórios*, Oporto, Nº 20/21, Portugal. http://www.adici.org/wp-content/uploads/2011/09/CET_DimuroDeManuel1.pdf
- Dimuro G, Jerez E. (2010). COMUNIDADES EN TRANSICIÓN: Hacia otras prácticas sostenibles en los ecosistemas urbanos. *Revista Ciudades, Comunidades e Territórios*, Oporto, Nº 20/21, Portugal. https://repositorio.iscte-iul.pt/bitstream/10071/3456/1/Cidades2010-20-21_Peter_Jerez.pdf
- Dubbeling M, Campbell M, Hoekstra F, Veenhuizen R (2009). Construyendo ciudades resilientes. http://www.actaf.co.cu/revistas/revista_au_1-18/AU22/1b_editorial_rau22.pdf
- Duque M y Montes C (2011). Los servicios de los ecosistemas de Chocontá: un ejercicio de percepción con sus habitantes. <http://www.unicolmayor.edu.c>

- o/invest_nova/NOVA/NOVA16_ARTORIG7_CHOCONTA.pdf
- Duque M y Montes C (2013). Una aproximación al concepto de resiliencia urbana en el Antropoceno. *Flora Capital, Revista del Jardín Botánico de Bogotá*.(13), 7-10"
http://www.jbb.gov.co/jardin/images/publicaciones/flora_13.pdf
- Duque M, Quintero J (2013). La gestión integral del riesgo en territorios urbanos"
<http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v11n20/v11n20a11.pdf>
- Duque Maritza (2010). Gestionando el capital natural de la sabana de Bogotá para el bienestar humano: una aproximación a su concepción como socioecosistema. Memoria de Investigación para optar por el Diploma de Estudios Avanzados del Programa de Doctorado en Tecnología Ambiental de la Universidad Internacional de Andalucía, Huelva, España.
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySubFVZOXROcTlzdUU/view?usp=sharing
- Eashus, P (2014). Community Resilience: Is it greater than the sum of the parts of individual resilience? - *Procedia Economics and Finance* 18 (2014) 345 – 351
http://ac.els-cdn.com/S2212567114009496/1-s2.0-S2212567114009496-main.pdf?_tid=3ba082be-4124-11e5-9761-00000aacb35e&acdnat=1439406138_e18a05d416ea1287a1a7b8d1e688f018
- EL TIEMPO (2015). Proyecto de relleno sanitario de Villavicencio inició búsqueda de licencia ambiental
<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-3675042>
- Engle, N. L. (2011). Adaptive capacity and its assessment. *Global Environmental Change*, 21(2), 647-656.
http://www.researchgate.net/profile/Nathan_Engle/publication/229146756_Adaptive_capacity_and_its_assessment/links/0a85e53317f43cc6b0000000.pdf
- Engle, N. L., de Bremond, A., Malone, E. L., & Moss, R. H. (2014). Towards a resilience indicator framework for making climate-change adaptation decisions. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 19(8), 1295-1312.
http://www.researchgate.net/profile/Ariane_De_Bremond2/publication/257623280_Towards_a_resilience_indicator_framework_for_making_climate-change_adaptation_decisions/links/5466171d0cf2f5eb18016371.pdf

- Eoyang, G (2004). Complex Adaptative Systems. The Kellogg Foundation
http://www.bobwilliams.co.nz/Systems_Resources_files/CASmaterial.pdf
- EPA - Environmental Protection Agency (1997). Landfill Reclamation. EPA530-F-97-001
https://drive.google.com/file/d/0B4Gvvd_aOySuZm5nc3FnbDM3YWs/view?usp=sharing

<https://www.google.com/patents/US5429454>
- Ernstson, H. (2012). The social production of ecosystem services: A framework for studying environmental justice and ecological complexity in urbanized landscapes. *Landscape and Urban Planning*, 109 (1), 7–17.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204612002861>
- Escalante Semerena, R., & Basurto Hernández, S. (2014). Resiliencia de un Sistema Socio-Ecológico. *Revista Virtual REDESMA*, 7, 25.
http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S1995-10782014000100003&script=sci_arttext&tlng=es
- ESCALERA J, RUIZ (2011). Resiliencia Socioecológica: aportaciones y retos desde la Antropología
<http://revistas.ucm.es/index.php/RASO/article/viewFile/36264/35113>
- Escudero A, Molinares N, Logreira N, Sisa A, Isaacs MA (2009). La gestión sostenible de los residuos - Uninorte. II Simposio Iberoamericano de ingeniería de Residuos.
<http://www.uninorte.edu.co/documents/72553/660ee3ae-d381-4d55-b5a1-741597b78a51>
- ES-EPA (2015). RCRA: Reduciendo el Riesgo de Residuo"
<http://www.epa.gov/wastes/inforesources/pubs/espanol/k97004s.pdf>
- Esparza, F. J. A. (2014). Bigdatascape. El paisaje: del punto de vista a la complejidad. *AUSART*, 2(1).
<http://www.ehu.eus/ojs/index.php/ausart/article/viewFile/11929/11706>
- Espinace. R, Palma. J, Szanto. M, y Olaeta. A. (2015). Recuperación de áreas utilizadas como vertederos controlados de R.S.U. Experiencias y proposiciones.
<http://www.bvsde.paho.org/es/www/fulltext/residuos/recuarea.html>
- Espinoza A y González Á (2012). La acumulación de basuras como material geotécnico: El comportamiento de las basuras.

- Revista Facultad de Ingeniería,
Universidad de los Andes.
Bogotá. Recuperado de
<https://revistaing.uniandes.edu.co/pdf/Rv14-A9.pdf> [Junio
de 2013]
<https://revistaing.uniandes.edu.co/pdf/Rv14-A9.pdf>
- ETEI - Estudios y Técnicas
Especializadas en Ingeniería,
S.A. (2015). Estudio de
prefactibilidad para el
aprovechamiento del biogas
generado en el relleno sanitario
"Don Juanito", municipio de
Villavicencio, Meta.
[http://www.bioagricoladellano.com.co/website/documentos/ANEXO%207%20Prefactibilidad%20Don%20Juanito%20\(DOC%20NO%20ACTUALIZADO%20SEGUN%20NUEVA%20CAPACIDAD%20TECNICA%20DEL%20R.S..pdf](http://www.bioagricoladellano.com.co/website/documentos/ANEXO%207%20Prefactibilidad%20Don%20Juanito%20(DOC%20NO%20ACTUALIZADO%20SEGUN%20NUEVA%20CAPACIDAD%20TECNICA%20DEL%20R.S..pdf)
- Evans, L., Barnett, J., Gross, C., Kiem, A. S., Kingsford, R. T., Palutikof, J. P., ... & Smithers, S. G. (2015). From barriers to limits to climate change adaptation: path dependency and the speed of change.
<https://ore.exeter.ac.uk/repository/bitstream/handle/10871/17977/Barnett%20et%20al.,%20E&S.pdf?sequence=1>
- Farhad S (2012). Los Sistemas Socioecológicos: Una aproximación conceptual y metodológica. XIII Jornadas de Economía Crítica.
Departamento de Economía, Métodos cuantitativos e Historia económica
Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España.
<http://pendientedemigracion.ucm.es/info/ec/jec13/Ponencias/economia%20ecologica%20y%20medio%20ambiente/LOS%20SISTEMAS%20SOCIO-ECOLOGICOS.pdf>
- Farrugia, S., Hudson, M. D., & McCulloch, L. (2013). An evaluation of flood control and urban cooling ecosystem services delivered by urban green infrastructure. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management*, 9, 136–145. doi: 10.1080/21513732.2013.782342
<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/21513732.2013.782342>
- Fernandez G (2013). Minería Urbana y la Gestión de los residuos electricos
<https://sigraee.files.wordpress.com/2013/10/libro-raee-completo.pdf>
- Fernandez I (2010). Diseño y factibilidad de relleno sanitario manual para el municipio de La libertad, departamento de La libertad,
<http://ri.ues.edu.sv/202/1/10136390.pdf>

- Fernández, G., Valenzuela, S., Ricci, S., Castronovo, R., & Ramos, A. (2014). CAPACIDAD DE ACOGIDA DEL TERRITORIO PARA USOS RECREATIVO-EDUCATIVOS EN UNA CANTERA INACTIVA DE TANDIL. BUENOS AIRES. ARGENTINA. *Estudios ambientales*, 2(1).
<http://ojs.fch.unicen.edu.ar/index.php/estudios-ambientales/article/viewFile/11/6>
- Fiksel, J., Bruins, R., Gatchett, A., Gilliland, A., & Ten Brink, M. (2014). The triple value model: a systems approach to sustainable solutions. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 16(4), 691-702.
<http://link.springer.com/article/10.1007/s10098-013-0696-1>
- Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockström, J. (2010). Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society*, 15(4), 20.
<http://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/bitstream/handle/10535/7422/ES-2010-3610.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockström, J. (2010). Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society*, 15(4), 20.
<http://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/bitstream/handle/10535/7422/ES-2010-3610.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Folke, C., Hahn, T., Olsson, P., & Norberg, J. (2005). Adaptive governance of social-ecological systems. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 30, 441-473.
https://courses.marlboro.edu/pluginfile.php/14787/module_page/content/1/Adaptive_governance_of_social-ecological_systems.pdf
- Gaggero E, Ordoñez M (2013). Gestión integral de Residuos Sólidos Urbanos"
http://www.opds.gba.gov.ar/uploaded/File/residuos_03_10.pdf
- Gaitanarou Z, Tentes G y Katselis Y (2014). Landfill Mining: An empirical review on past and state-of-the-art applications.
http://www.athens2014.biwaste.gr/pdf/gaitanarou_et_al.pdf
- Gann, G y Lamb D (2006). La restauración ecológica – un medio para conservar la biodiversidad y mantener los medios de vida

- http://www.ser.org/docs/default-document-library/ser-iucn-global-rationale_spanish.pdf
- Gao, X., Yuan, H., Qi, W., & Liu, S. (2014). Assessing the Social and Economic Vulnerability of Urban Areas to Disasters: A case study in Beijing, China. *International Review for Spatial Planning and Sustainable Development*, 2(1), 42-62.
http://dspace.lib.kanazawa-u.ac.jp/dspace/bitstream/2297/40901/1/2-1-42_pdf.pdf
- Garcia D (2011). Efectos biológicos de la fragmentación de hábitats: nuevas aproximaciones para resolver un viejo problema. <https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCUQFjABahUKEwj-1Lf58qzIAhXJ2B4KHZY-DFE&url=http%3A%2F%2Fwww.revistaecosistemas.net%2Findex.php%2Fecosistemas%2Farticle%2Fdownload%2F18%2F12&usg=AFQjCNEdAHNphl1EHgz53Nd2YBxRK9BRJA>
- Garcia M.C (2011). Possibilities and Challenges of Solitary Organizations: the Case of Recyclers' Organizations in Bogotá city. https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySuSDhLamRCbzVURWs/view?usp=sharing
- García Palacios, P. (2010). Ecología funcional de ecosistemas emergentes: relaciones entre composición, estructura y función a distintos niveles de organización.
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySuZXVmDWhoVnNsbm8/view?usp=sharing
- García, I. G., & Aja, A. H. (2011). A propósito de la variedad urbana: la necesidad de una aproximación desde la complejidad en los nuevos modelos de intervención en la ciudad y el territorio. In *Un nuevo modelo para una nueva época [Recurso electrónico]* (p. 50). Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://oa.upm.es/21038/1/INVE_MEM_2011_129508.pdf
- Garrido MaE (2008). "Metodología de diagnóstico ambiental para analizar los riesgos asociados a los vertederos en Colombia"
<http://hera.ugr.es/tesisugr/1738283x.pdf>
- Garzon Venegas, J., & Gonzalez, F. (2014). *Burmeistera diazii* (Campanulaceae: Lobelioideae), a new species from the Andes of Antioquia and notes on the new record of *B. loejtnantii* for Colombia. *Caldasia*, 36(2), 253-260.

- <http://www.scielo.org.co/pdf/cal/v36n2/v36n2a5.pdf>
- Gaucherel C , Houllier F , Auclair D , and Houet (2014) Dynamic Landscape Modelling: The Quest for a Unifying Theory
<http://lrlr.landscapeonline.de/Articles/lrlr-2014-2/download/lrlr-2014-2Color.pdf>
- Gaucherel, C., Houllier, F., Auclair, D., & Houet, T. (2014). " Dynamic Landscape Modelling: The Quest for a Unifying Theory. Living Rev. Landscape Res., 8.
<http://lrlr.landscapeonline.de/Articles/lrlr-2014-2/download/lrlr-2014-2Color.pdf>
- Gee, K., Burkhard, B., 2010. Cultural ecosystem services in the context of offshore wind farming: a case study from the West coast of Schleswig-Holstein. Ecol. Complex. 7, 349–358.
<http://esanalysis.colmex.mx/Sorted%20Papers/2010/2010%20DEU%20-CS%20DEU,%203f%20Social.pdf>
- Geysen. D, Jones. PT, Van Acker. K, Van Passel. S, Craps. M, Eyckmans. J, Vrancken. K, Laenen. B, Laevers. P (2010). Enhanced landfill mining – a future perspective for landfilling.
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySuaEt5cHFQaUV3N2s/view?usp=sharing
- Giraldo M. (2014). Abordaje de la Investigación Cualitativa a través de la Teoría Fundamentada en los Datos
<http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/IngenieriaIndustrial/VolII-n6/art5.pdf>
- Glaser, M., Krause, G., Ratter, B. M., & Welp, M. (Eds.). (2012). Human-nature interactions in the anthropocene: Potentials of social-ecological systems analysis. Routledge.
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySuYll4c3dKRXpMXzg/view?usp=sharing
- Glavovic, B. C., Limburg, K., Liu, K. K., Emeis, K. C., Thomas, H., Kremer, H., ... & Swaney, D. P. (2015). Living on the Margin in the Anthropocene: engagement arenas for sustainability research and action at the ocean–land interface. Current Opinion in Environmental Sustainability.
http://ac.els-cdn.com/S187734351500055X/1-s2.0-S187734351500055X-main.pdf?_tid=66d31ed6-5585-11e5-a9fb-00000aacb35d&acdnat=1441646894_3936b4ab80203e1b0aa049b676ee118f
- Godoy, R. B., & de Moraes, J. L. (2015). Aplicabilidad de la política nacional de residuos

- sólidos a la realidad de Brasil. *Tiempo y Espacio*, (29), 37-60.
<http://revistas.ubiobio.cl/index.php/TYE/article/viewFile/1800/1744>
- Gómez B (2010). Resiliencia individual y familiar.
<http://www.avntf-evntf.com/imagenes/biblioteca/G%C3%B3mez,%20B.%20Tra%20b.%203%C2%BA%20BI%2009-10.pdf>
- Gómez Orea, Domingo (2015). Recuperación de espacios degradados. Editorial Mundi Prensa, Madrid, España.
<http://chil.me/download-file/44993-58137>
- Gómez, F., Jabaloyes, J., Montero, L., De Vicente, V., & Valcuende, M. (2010). Green areas, the most significant indicator of the sustainability of cities: Research on their utility for urban planning. *Journal of Urban Planning and Development*, 137(3), 311-328.
<http://djames4.pbworks.com/w/file/59017062/green%20areas.pdf>
- Gómez, G., Valenzuela, J. P., & Sotomayor, C. (2014). High Performance in Reading Comprehension in Poverty Conditions in South America. In *Empires, Post-Coloniality and Interculturality* (pp. 101-116). SensePublishers.
http://www.researchgate.net/profile/Janice_Tripney/publication/271191156_Approaches_to_assist_policy-makers_use_of_evidence_in_education_in_Europe/links/54bf7f360cf2acf661ce08c9.pdf#page=105
- Gómez, J. A., Gutiérrez, J. C., & Ajá, A. H. (2014). La vulnerabilidad urbana en España. Identificación y evolución de los barrios vulnerables. *Empiria. Revista de metodología de ciencias sociales*, (27), 73-94.
["http://revistas.uned.es/index.php/empiria/article/download/10863/10970](http://revistas.uned.es/index.php/empiria/article/download/10863/10970)
[https://drive.google.com/file/d/0B4GvD_aOySuaFUxcVM1QV9fRjg/view?usp=sharing"](https://drive.google.com/file/d/0B4GvD_aOySuaFUxcVM1QV9fRjg/view?usp=sharing)
- Gómez, J. D., & Leal, J. S. (2015). Análisis de flujo de materiales en sistemas humanos-una revisión/Material flow analysis in human systems-a review/Análise de fluxo de materiais em sistemas humanos-uma revisão. *Revista EIA*, 12(23), 149.
<http://search.proquest.com/openview/e58b493f005296f74720a29e3d89db9c/1?pq-origsite=gscholar>
- Gómez-Baggethun, E., & Barton, D. N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, 86 , 235–245.

- <http://esanalysis.colmex.mx/Sorted%20Papers/2012/2012%20ESP%20NOR%20-3F%20Phys.pdf>
- Gómez-Baggethun, E., & de Groot, R. (2010). Natural capital and ecosystem services: The ecological foundation of human society. In R. E. Hester & R. M. Harrison (Eds.), *Ecosystem services: Issues in environmental science and technology* (Vol. 30, pp. 118–145). Cambridge: Royal Society of Chemistry.
https://www.researchgate.net/publication/239850078_Natural_capital_and_ecosystem_services_The_ecological_foundation_of_human_society
- Gómez-Baggethun, E., & de Groot, R. S. (2010). Natural capital and ecosystem services: the ecological foundation of human society. *Revista ecosistemas en* 16(3) :4-14 septiembre. Pag 4-14. Consultado en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54016302>
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54016302>
- Gómez-Baggethun, E., Gren, Å., Barton, D. N., Langemeyer, J., McPhearson, T., O'Farrell, P., ... & Kremer, P. (2013). Urban ecosystem services. In *Urbanization, biodiversity and ecosystem services: Challenges and opportunities* (pp. 175-251). Springer Netherlands.
https://www.researchgate.net/profile/Timon_McPhearson/publication/257408447_Urban_Ecosystem_Services/links/00b7d5253275e8e5cd000000.pdf?origin=publication_detail&ev=pub_int_prw_xdl&msrp=tiEYy0RR6IIYTOeifcEhxb0kNUKlAG5zAO52ZznsIsacG0qkdHj3V40j0J6ojM6L6U6TDIP76LHU8ez8qJ68ig.QHp_evpzLhsk7oZ4Wb5ijPhQp83ASGv0YR8cpCRQqaCMXLqW3OfDPWkt3hITaGw96RjZnT6Vh4cfsMZtWJ8zkg.IHkWCmHz7vSunQwlRL48oI6DHtVHIN2O6jKSaKSemYXvgT53mDdLp3hgAqucOhNE-KOxouxeyP-ce2MLE-mw_w
- Gómez-Baggethun, E., Reyes-García, V., Olsson, P., et al. (2012). Traditional ecological knowledge and community resilience to environmental extremes: A case study in Doñana, SW Spain. *Global Environmental Change*, 22 (3), 640–650.
http://icta.uab.cat/Etnoecologia/Docs/%5B120%5D-Gomez-Baggethun%20et%20al_GEC12.pdf
- Gonzalez M y Ferraro R (2015). Los residuos sólidos urbanos en Mar del Plata, Argentina ¿problemática ambiental o insumos para la industria? Pag 29-56
<http://repositorio.flacsoa>

- ndes.edu.ec/bitstream/10469/6806/1/RFLACSO-LV17-01-Cuvi.pdf
- González, J. C. A. (2015). Rehabilitación o remediación de espacios degradados por minería a cielo abierto: investigación, desarrollo e innovación en España. http://www.researchgate.net/profile/Julio_Arranz-Gonzalez/publication/275887324_REHABILITACION_O_REMEDIACION_DE_ESPACIOS_DEGRADADOS_POR_MINERIA_A_CIELO_ABIERTO_INVESTIGACION_DESARROLLO_E_INNOVACION_EN_ESPAÑA/links/5548a4200cf26a7bf4daf77d.pdf
- Grané, J., & Forés, A. (2014). La resiliencia. Editorial UOC. [com.co/books?hl=es&lr=&id=q35pBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT12&dq=Resiliencia+%2B++Forés+%2B+Grané&ots=EqpizCHiAz&sig=c9h0eGul_aPpbEYP1GPfhgkqAIU#v=onepage&q=Resiliencia%20%2B%20%20For%C3%A9s%20%2B%20Gran%C3%A9&f=true](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=q35pBAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT12&dq=Resiliencia+%2B++Forés+%2B+Grané&ots=EqpizCHiAz&sig=c9h0eGul_aPpbEYP1GPfhgkqAIU#v=onepage&q=Resiliencia%20%2B%20%20For%C3%A9s%20%2B%20Gran%C3%A9&f=true)
- Grimm, N., Redman, C., Boone, C., Childers, D., Harlan, S., & Turner II, B. (2013). Viewing the Urban Socio-ecological System Through a Sustainability Lens: Lessons and Prospects from the Central Arizona–Phoenix LTER Programme. En S. Singh, H. Haberl, V. Gaube, C. rünbühel, P. Lisivieveci, J. Lutz, . . . M. Wildenberg, Long term socioecological research. *Humanenvironment interactions* Springer (págs. 217-246). New York: Springer http://www.kbs.msu.edu/images/stories/docs/classes/EE/grimm_etal_2013_ltser.pdf
- Gros, C. (2015). Complex and adaptive dynamical systems: A primer. Springer. "Indice: http://cds.cern.ch/record/1552242/files/978-3-642-36586-7_BookBackMatter.pdf
- https://books.google.com.co/books?id=r2j2BwAAQBAJ&dq=adaptive+system+complex&lr=lang_es%7Clang_en%7Clang_pt&hl=es&source=gbs_navlinks_s"
- Güereca P y Juárez C. (2012). Los impactos ambientales de la disposición de los residuos municipales: Co-procesamiento y Relleno Sanitario. 9° Foro Internacional Desde lo Local Fortalecimiento Municipal: Calidad de Vida para los Ciudadanos. Instituto de ingeniería de la UNAM <http://www.cefimslp.gob.mx/9foro/P04/B/20120914%20Ponencia%20Guereca%20y%20Juarez%20RESIDUOS.pdf>

- Guerrero, L. A., Maas, G., & Hogland, W. (2013). Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste management*, 33(1), 220-232.
http://ac.els-cdn.com/S0956053X12004205/1-s2.0-S0956053X12004205-main.pdf?_tid=43c01f48-79c5-11e5-bdab-00000aab0f27&acdnat=1445632565_e3372c75bb3dfb3608627f1254a2e163
- Gunderson, L., and C. Folke. (2011). Resilience 2011: leading transformational change. *Ecology and Society* 16(2): 30.
<http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss2/art30/>
- Guo, Z., Zhang, L., & Li, Y. (2010). Increased dependence of humans on ecosystem services and biodiversity. *PLoS One*, 5, 1-7.
<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0013113>
- Gutman, P. (2014). Cambio tecnológico y crecimiento urbano: una agenda para la investigación en América Latina. *Revista EURE-Revista de Estudios Urbano Regionales*, 15(44).
<https://repositorio.uc.cl/bitstream/handle/11534/3721/00170771.pdf?sequence=1>
- Guzmán Chávez, M., & Macías Manzanares, C. H. (2012). El manejo de los residuos sólidos municipales: un enfoque antropológico. El caso de San Luis Potosí, México. *Estudios sociales (Hermosillo, Son.)*, 20(39), 235-262.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/estsoc/v20n39/v20n39a9.pdf>
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2010). The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. *Ecosystem Ecology: a new synthesis*, 110-139.
https://www.pik-potsdam.de/news/public-events/archiv/alter-net/former-ss/2009/10.09.2009/10.9.-haines-young/literature/haines-young-potschin_2009_bes_2.pdf
- Hall, C.M, Hobbs, R.J y Higgs, E.S (2013). *Novel ecosystems: Intervening in the New Ecological World Order*. John Wiley y Sons, Ltd. First Edition, pp 3-4.
- Häyh, T y Franzese,P (2014). Ecosystem services assessment: A review under an ecological-economic and systems perspective. *Ecological Modelling* 289 (2014) 124-132"
http://www.researchgate.net/profile/Pier_Paolo_Franzese/publication/264287394_Ecosystem_services_assessment_A_review_under_an_ecological-

- economic_and_systems_perspective/links/53da65210cf2631430c8231e.pdf
- Herrera, G., & Rodríguez, G. (2014). De la Vulnerabilidad a la Resiliencia. Amenazas de Origen Natural y Gestión de Riesgo en el Ecuador 1, 283.
http://www.researchgate.net/profile/Giovanni_Herrera_Enriquez/publication/279850265_De_la_vulnerabilidad_a_la_resiliencia._Gestin_de_Riesgos___Amenazas_de_Origen_Natural/links/559bdd8308aee2c16df026c4.pdf#page=301
- Herrera, L., García-Darás, F., Vives-Peris, V., Colomer, F. J., & Robles-Martínez, F. (2012). Impacto ambiental de los vertederos españoles: emisiones y emplazamiento. http://www.consorciorsumalaga.com/reconver/subidas/archivos/arc_76.pdf
- Herrerias Y, Benitez D y Benitez J (2006) Las consecuencias de la fragmentación de los ecosistemas
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/467/julietta.html>
- Hird, M. J. (2013). Waste, Landfills, and an Environmental Ethic of Vulnerability. *Ethics & the Environment*, 18(1), 105-124.
<http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=87902451&S=R&D=a9h&EbscoContent=dGJyMMTo50SeqLE4zdneyOLCmr02ep69Ss6%2B4SrKWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGnr02yqbNLuePfgex43zx>
- Hobbs R , Higgs E and Harris J (2009). Novel ecosystems: implications for conservation and restoration.
http://www.ces.fau.edu/climate_change/everglades-recommendations-2014/pdfs/session-a-resource-2.pdf
- Hobbs, R. (2007). Setting effective and realistic restoration goals: key directions for research. *En Restoration Ecology* 15 (2) 354-357
https://www.researchgate.net/publication/227820986_Setting_Effective_and_Realistic_Restoration_Goals_Key_Directions_for_Research
- Hobbs, R. J., Higgs, E., Hall, C. M., Bridgewater, P., Chapin III, F. S., Ellis, E. C., ... & Yung, L. (2014). Managing the whole landscape: historical, hybrid, and novel ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12(10), 557-564.
<http://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/54972/KennedyPatriciaFisheriesWildlifeManagingWholeLandscape.pdf?sequence=1>

- Hogland, W., Marques, M., & Nimmermark, S. (2004). Landfill mining and waste characterization: a strategy for remediation of contaminated areas. *Journal of material Cycles and Waste management*, 6(2), 119-124.
<http://link.springer.com/article/10.1007/s10163-003-0110-x#page-2>
- Holdridge, L. R. (1967). Life zone ecology. Tropical Science Center, Costa Rica.
http://www.fs.fed.us/psw/topics/ecosystem_processes/tropical/restoration/lifezone/holdridge_triangle/holdridge_pub.pdf
Consultado el 12 de febrero, 2014"
http://www.fs.fed.us/psw/topics/ecosystem_processes/tropical/restoration/lifezone/holdridge_triangle/holdridge_pub.pdf
- Holling C (2001). "Understanding the complexity of economic, ecological and social systems", *Ecosysytemas*, núm, 4, pp 390-405.
http://www.esf.edu/cue/documents/Holling_Complexity-EconEcol-SocialSys_2001.pdf
- Hoornweg, D., Bhada-Tata, P., (2012). What a waste – A Global Review of Solid Waste Management. World Bank, Washington DC, USA.
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySucGhVS
- EVTTjduNnc/view?usp=sharing
- ICBF (2014). Plan de gestión integral de residuos sólidos regional Arauca.
http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/IntranetICBF/macro_procesos/MP_apoyo/G_soporte/G_administrativa/PlanesModelos/PP37%20MPA1%20P5%20Programa%20de%20manejo%20de%20residuos%20sólidos%20Arauca%20v1.pdf
- Ickowicz, A., Ancey, V., Corniaux, C., Duteurtre, G., Pocard-Chappuis, R., Touré, I., ... & Wane, A. (2012). Crop–livestock production systems in the Sahel–increasing resilience for adaptation to climate change and preserving food security. *Building resilience for adaptation to climate change in the agriculture sector*, 23, 261-294.
http://animalagclimatechange.org/wp-content/uploads/Building_Resilience_for_Adaptation.pdf#page=268
- IDEAM (2012). Inventario de emisiones de Gases efecto invernadero para la Region Bogota - Cundinamarca
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySuZDZP_SUZKQTFWWm8/view?usp=sharing

- Iglesias B y Sanchez D (2014). Aproximaciones a una resiliencia operativa: Ciclo adaptativo y panarquía en el procesos de urbanización informal
<http://www.nsic.pro/wp-content/uploads/2012/02/Policy-Brief-07-2014-cast.pdf>
- IPCC, Grupo intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (2014). Impactos, adaptación y vulnerabilidad
https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_es.pdf
- Irausquín, C., Rodríguez, L., Acosta, Y., & Moreno, D. (2012). Gestión del manejo de desechos sólidos hospitalarios. Una perspectiva práctica. *Multiciencias*, 12.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90431109005>
- James M. Bullock, James Aronson, Adrian C. Newton, Richard F. Pywell and Jose M. Rey-Benayas (2011). Restoration of ecosystem services and biodiversity: conflicts and opportunities
http://lerf.eco.br/img/publicacoes/2011_1311%20Restoration%20of%20ecosystem%20services%20and%20biodiversity%20conflicts%20and%20opportunities.pdf
- Jaramillo Jorge, (2002) Guía Para El Diseño, Construcción Y Operación De Vertederos Sanitarios Manuales, Washington, D.C., Septiembre de 1991.
<http://siar.regionpuno.go.b.pe/public/docs/324.pdf>
- Jeanette, C. S. (2007). Ciudad y gestión de las transformaciones sociales. *Revista Urbano*, 10(16), 86-97.
<http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RU/article/viewFile/380/343>
- Jha, A. K., Singh, S. K., Singh, G. P., & Gupta, P. K. (2011). Sustainable municipal solid waste management in low income group of cities: a review. *Tropical Ecology*, 52(1), 123-131.
https://www.researchgate.net/profile/Arvind_Jha/publication/227797234_Sustainable_municipal_solid_waste_management_in_low_income_group_of_cities_a_review/links/09e414fe40ea92ae76000000.pdf
- Jiménez Mantilla, F. (2009). Towards a Consolidated Urban Territory of Bogotá Capital District. *Revista de Ingeniería*, (29), 96-99.
<http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n29/n29a12.pdf>
- Jiménez, W. (2014). La calidad de vida en la ciudad de Bogotá: Una evaluación mediante el empleo del Índice de Pobreza Multidimensional.
<http://ridum.umanizales>

- edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/1911/2/Tesis%20Giovanni%20Jimenez.pdf
- Jones, P. T., Geysen, D., Tielemans, Y., Van Passel, S., Pontikes, Y., Blanpain, B., ... & Hoekstra, N. (2013). Enhanced Landfill Mining in view of multiple resource recovery: a critical review. *Journal of Cleaner Production*, 55, 45-55.
http://www.elfm.eu/Uploads/ELFM/FILE_88d8faee-d7e5-4f4a-88c7-e3fa4af1c12d.pdf
- Jost, C., Kyazze, F., Naab, J., Neelormi, S., Kinyangi, J., Zougmore, R., ... & Kristjanson, P. (2015). Understanding gender dimensions of agriculture and climate change in smallholder farming communities. *Climate and Development*, (ahead-of-print), 1-12.
<http://blog.worldagroforestry.org/index.php/2015/10/12/understanding-gender-dimensions-of-agriculture-and-climate-change-in-smallholder-farming-communities/>
- Julivert, M. (1961). Observaciones sobre el Cuaternario de la Sabana de Bogotá. *Boletín de Geología*, 7(1).
<http://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaboletindegologia/article/download/4259/4555>
- Jutta, Gutberlet y Binion, E (2012). The effects of handling solid waste on the wellbeing of informal and organized recyclers: a review of the literature
http://www.researchgate.net/profile/Jutta_Gutberlet/publication/224886625_The_effects_of_handling_solid_waste_on_the_wellbeing_of_informal_and_organized_recyclers_a_review_of_the_literature/links/0046352deecb4152fc000000.pdf
- Karak, T., Bhagat, R.M., Bhattacharyya, P., (2012). Municipal solid waste generation, composition, and management: the world scenario. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 42, 1509–1630
https://www.researchgate.net/profile/Tanmoy_Karak/publication/230806748_Municipal_Solid_Waste_Generation_Composition_and_Management_The_World_Scenario/links/0912f5049d07c2d5b4000000.pdf
- Kattan, G. H. y C. Murcia. (2012). Ecological patterns and processes in noncommercial, monospecific tree plantations in the tropical La restauración ecológica en Colombia | 55 Andes. Pages 131-144 En: J. A. Simonetti, A. A. Grez, y C. F. Estades, editores. *Biodiversity conservation in agroforestry landscapes: Challenges and opportunities*. Editorial Universitaria, Santiago de Chile, Chile

- Kázmierczak, A. (2013). The contribution of local parks to neighbourhood social ties. *Landscape and Urban Planning*, 109, 31–44.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204612001569>
- Kidwell, S. M. (2015). Biology in the Anthropocene: Challenges and insights from young fossil records. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(16), 4922-4929.
<http://www.pnas.org/content/112/16/4922.full>
- Koj, Kasper y Veldkamp, Tom A. (2011). Scale and Governance: Conceptual Considerations and Practical Implications”, *Ecology and Society* 16(2): 23”
<http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss2/art23/>
- Kribeche, H (2014). Evaluacion de la efectividad de las acciones de restauración ecológica en la recuperacion de procesos funcionales de ecosistemas mediterraneos sometidos a perturbacion. Universidad de Alicante. Tesis Doctoral.
http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/47516/1/tesis_haroun_kribeche.pdf
- Krook, J., & Baas, L. (2013). Getting serious about mining the technosphere: a review of recent landfill mining and urban mining research. *Journal of Cleaner Production*, 55, 1-9.
http://www.researchgate.net/profile/Joakim_Krook/publication/257870197_Getting_serious_about_mining_the_technosphere_a_review_of_recent_landfill_mining_and_urban_mining_research/links/546f4bf00cf216f8cfa9d39e.pdf
- Krook, J., Johansson, N., & Frändegård, P. (2013). Potential and conditions for mining the technosphere. *space*, 6(7), 8.
http://www.elfm.eu/Uploads/ELFM/FILE_E74678EB-7DCD-4DE2-8304-8539C087620B.PDF
- Krook, J., Svensson, N., & Eklund, M. (2010). Landfill mining: a critical review of THREE decades of research
<http://liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:369345/FULLTEXT01.pdf>
- Krook, J., Svensson, N., & Eklund, M. (2012). Landfill mining: a critical review of TWO decades of research. *Waste management*, 32(3), 513-520.
http://www.researchgate.net/profile/Joakim_Krook/publication/51798011_Landfill_mining_a_critical_review_of_two_decades_of_research/links/546f4c180cf24af340c08283.pdf
- Kruse T (2015). Landfill minin: How explore and old landfill's - resosurse potential - Thesis

- http://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_238235.pdf
- Kle, L. (2014). Urban–Rural Interactions in Latvian Changing Policy and Practice Context. *European Planning Studies*, 22(4), 758-774.
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySuLVZF5kZzN0E0U1U/view?usp=sharing
- L. Rist, A. Felton, M. Nyström, M. Troell, R. A. Sponseller, J. Bengtsson, H. Österblom, R. Lindborg, P. Tidåker, D. G. Angeler, R. Milestad, and J. Moen 2014. Applying resilience thinking to production ecosystems. *Ecosphere* 5:art73.
"http://www.esajournals.org/doi/pdf/10.1890/ES13-00330.1
- Lamb, D., A. Andrade, G. Shepherd, K. Bowers, y S. Alexander. (2011). Building resilience when restoring degraded ecosystems: Improving biodiversity values and socioeconomic benefits to communities. Pages 57-59 En: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, editor. *Contribution of Ecosystem Restoration to the Objectives of the CBD and a Healthy Planet for All People*. Resúmenes de los carteles presentados en la décimoquinta reunión del Órgano de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico del Convenio sobre Diversidad Biológica. Series técnicas No. 62. SCBD, Montreal, Canadá.
<https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-62-en.pdf>
- Lamim-Guedes, V. (2014). Environmental Services. Ethics, ecophilosophy, Human-nature relationships La Ética, la ecofilosofía y la relación humanidad-naturalez L'éthique, l'éco-philosophie, et les relations entre l'être humain et la nature, pag 100.
<http://www.fm6e.org/bilanweec-2013/files/Niche6.pdf#page=101>
- Lampis, A. (2013). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático: debates acerca del concepto de vulnerabilidad y su medición. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 22(2), 17-33.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rcdg/v22n2/v22n2a02.pdf>
- Lampis, A., & Rubiano, L. (2012). ¡Y siguen culpando a la lluvia! Vulnerabilidad ambiental y social en el Altos de la Estancia, Bogotá, Colombia.
http://www.desenredando.org/public/2012/LaRed_Desa

- stres_y_Sociedad_2012-07_web.pdf
- Latarrea P, Jobbágy J, Paruelo JM. (2011). Valoración de los servicios ecosistémicos: conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial. Buenos Aires, Argentina.
- "LIBRO - Foto de la Tapa
- <http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-img-tapa.jpg>
- http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_valoracion_de_servicios_ecosistemicos.pdf"
- Laurent, A., Bakas, I., Clavreul, J., Bernstad, A., Niero, M., Gentil, E., ... & Christensen, T. H. (2014). Review of LCA studies of solid waste management systems—Part I: Lessons learned and perspectives. *Waste management*, 34(3), 573-588.
- http://www.researchgate.net/profile/Alexis_Laurent/publication/259472577_Review_of_LCA_studies_of_solid_waste_management_systems_-_Part_I_Lessons_learned_and_perspectives/links/0f31752ff829097136000000.pdf
- Lei, X. I. N. G., & Xu, Q. I. A. O. (2015). Turning Degraded Sites into Rich and Productive Land—An Exploration on Urban Water Ecosystem Improvement. *Landscape Architecture Frontiers*, 3(2), 40-47.
- https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySuUDFydE92VzBTWmc/view?usp=sharing
- Li, J., Zeng, X., & Huisingsh, D. (2015). Urban mining for resource supply and its role in sustainable industry.
- <http://www.cleanerproductionconference.com/resources/updateable/pdf/Urban%20mining.pdf>
- Lindig R (2011). La restauración ecológica como una construcción social.
- http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_46/file/Memorias-Congreso-Restauracion.pdf
- Link Felipe, Harris Jordan, Irrarázava Felipe I, Valenzuela Felipe, Welz Juliane, Barth Katrin (2014), *Coping with Natural Disasters and Urban Risk: An Approach to Urban Sustainability from Socio-Environmental Fragmentation and Urban Vulnerability Assessment*, in William G. Holt (ed.) *From Sustainable to Resilient Cities: Global Concerns and Urban Efforts* (Research in Urban Sociology, Volume 14) Emerald Group Publishing Limited, pp.35 - 58

- <http://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/S1047-004220140000014002>
- MADS. Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia.
- Marella, G., & Raga, R. (2014). Use of the Contingent Valuation Method in the assessment of a landfill mining project. *Waste management*, 34(7), 1199-1205.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X14001275>
- Marshall, N. A., Stokes, C. J., Webb, N. P., Marshall, P. A., & Lankester, A. J. (2014). Social vulnerability to climate change in primary producers: A typology approach. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 186, 86-93.
http://www.researchgate.net/profile/Nadine_Marshall/publication/260216057_Social_vulnerability_to_climate_change_in_primary_producers_A_typology_approach/links/54e2f5ea0cf29666379805e5.pdf
- Marshall, R. E., & Farahbakhsh, K. (2013). Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries. *Waste Management*, 33(4), 988-1003.
http://ac.elsa-cdn.com/S0956053X13000032/1-s2.0-S0956053X13000032-main.pdf?_tid=e9881ca2-6fb4-11e5-a6c8-00000aab0f6c&acdnt=1444526030_472a596152123b79d0a00d743be43c54
- Marshall, R. E., & Farahbakhsh, K. (2013). Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries. *Waste Management*, 33(4), 988-1003.
http://www.nswaienvision.in/Waste_Portal/Articles_pdf/Systems_approaches_to_integrated_solid_waste_management_in_developing_countries.pdf
- MARTÍ MORANT, BORJA (2014). El paisaje reconstruido desde los desechos: regeneración paisajística y ambiental de antiguos vertederos. Ador, un caso especialmente necesario (Doctoral dissertation).
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySuRmVEU1N1QS15OG8/view?usp=sharing
- Martínez Martín, M., & Cuenca Marcos, I. (2014). Vertedero de RSU con aprovechamiento energético del biogas en la provincia de Ávila.
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySud1lkLUIydlZuSmM/view?usp=sharing

- Martínez, G. A. A. (2014). Teoría fundamentada en los datos: un ejemplo de investigación cualitativa aplicada a una experiencia educativa virtualizada en el área de matemática. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (41), 19-29.
<http://www.redalyc.org/pdf/1942/194229980003.pdf>
- Martín-López, B., & Montes, C. (2011). 5.1. Los sistemas socio-ecológicos: entendiendo las relaciones entre la biodiversidad y el bienestar humano.
https://www.uam.es/gruposinov/socioeco/documentos/Martin-Lopez%20y%20Montes_OSE.pdf
- Martín-López, B., Gómez-Baggethun, E., & Montes, C. (2009). Un marco conceptual para la gestión de las interacciones naturaleza-sociedad en un mundo cambiante. *Cuides. Cuaderno Interdisciplinar de Desarrollo Sostenible*, (3), 229-258.
https://www.uam.es/gruposinov/socioeco/documentos/Martin-Lopez%20et%20al._cuides%2003.pdf
- Martino D (2015). Nuevos ecosistemas: ¿Qué hacer con ellos?
<http://ambiental.net/noticias/biodiversidad/NuevosEcosistemasQueHacer.htm>
- Martuzzi, M., Mitis, F., & Forastiere, F. (2010). Inequalities, inequities, environmental justice in waste management and health. *The European Journal of Public Health*, ckp216.
<http://eurpub.oxfordjournals.org/content/eurpub/early/2010/01/08/eurpub.ckp216.full.pdf>
- Matyas, D., & Pelling, M. (2015). Positioning resilience for 2015: the role of resistance, incremental adjustment and transformation in disaster risk management policy. *Disasters*, 39(s1), s1-s18.
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/disa.12107/pdf>
- Mazzeo N (2013). *Sistemas Socio-Ecológicos: Estructura, Dinámica Y Gestión*. Centro Universitario de la Región Este, Uruguay.
<http://eva.universidad.edu.uy/pluginfile.php/283571/course/section/29999/CLASE1.pdf>
- McCarthy, D. D., Whitelaw, G. S., Westley, F. R., Crandall, D. D., & Burnett, D. (2014). The Oak Ridges Moraine as a social innovation: Strategic vision as a social-ecological interaction. *Ecology & Society*, 19(1), 385-396.
<https://dlc.dlib.indiana.edu>

- u/dlc/bitstream/handle/10535/9350/ES-2013-6212.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mejía, C. A. Z., & Gil, V. H. G. (2015). Análisis de la producción de lixiviado y biogás bajo condiciones de extracción activa en un relleno sanitario. *Revista de la Facultad de Ingeniería*, 16(31).
http://www.researchgate.net/profile/Carlos_Zafra_Mejia/publication/277020148_Analisis_of_the_Leachate_and_Biogas_Production_under_Active_Extraction_Conditions_in_a_Landfill/links/555f61de08ae6f4dcc926ded.pdf
- Mendoza, F. J. C., Altabella, J. E., Darás, F. G., Herrera, L., & Prats, F. R. M. (2013). Influencia de la ubicación de los rellenos sanitarios en el impacto ambiental. Caso de España. *Ingeniería*, 17(2), 141-151.
http://www.revista.ingenieria.uady.mx/Vol%2017/influencia_ubicacion.pdf
- Miller, B. W., & Morissette, J. T. (2014). Integrating research tools to support the management of social-ecological systems under climate change. *Ecology and Society*, 19(3), 41.
<file:///C:/Users/Daniela/Dropbox/TESIS%20PARA%20MARI/Manejar%20ecosistemas%20sociales.pdf>
- Minambiente (2015). Plan Nacional de restauración ecológica, restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas distribuidas.
https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Ordenaci%C3%B3n-y-Manejo-de-Bosques/PLAN_NACIONAL_DE_RESTAURACI%C3%93N_2.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2012). Diagnóstico Nacional de la Salud Ambiental en Colombia
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/IGUB/Diagnostico%20de%20salud%20Ambiental%20compilado.pdf>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2002). Guía Ambiental: Rellenos Sanitarios. Consultado en Noviembre de 2014. En:
<http://www.cortolima.gov.co/SIGAM/cartillas/rellenossanitarios/Rellenos%20sanitarios%20202.pdf>
<http://www.cortolima.gov.co/SIGAM/cartillas/rellenossanitarios/Rellenos%20sanitarios%20202.pdf>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2012). Plan nacional de restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas distribuidas.
<http://www.terraconsulto>

- res.com/descargas/plan-nacional-de-restauracion-restauracion-ecologica-rehabilitacion-y-recuperacion-de-areas-disturbadas.pdf
- MIRE - Ministerio de Relaciones Exteriores (2015). <http://www.cancilleria.gov.co/international/politics/environmental/climate>
- Mitchell, M., Griffith, R., Ryan, P., Walkerden, G., Walker, B., Brown, V. A., & Robinson, S. (2014). Applying resilience thinking to natural resource management through a “planning-by-doing” framework. *Society & Natural Resources*, 27(3), 299-314. http://www.researchgate.net/profile/Michael_Mitchell18/publication/260418608_Applying_resilience_thinking_to_natural_resource_management_through_a_planning-by-doing_framework/links/00b7d53112b9c2ba13000000.pdf
- Molina, B., & Luis, V. (2014). Los Corredores Verdes; su importancia en la estructuración ambiental y urbanística en entornos metropolitanos. El caso práctico del Suroeste Metropolitano de Madrid. *Corredores verdes* http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/46486/5/2014_Benito_Congreso-TIG.pdf
- Monasterio, S. C. (2014). Modelo de valoración de la calidad para un relleno sanitario. *Revista Ingeniería Industrial*, 12(1). https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySuWmtWWEJyYkRxN3c/view?usp=sharing
- Moncayo Contreras, X. F. (2014). Plan de recuperación de un área degradada con énfasis en la intervención en el paisaje natural: estudio de una cantera ubicada en el sector de Capulispamba km. 21. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/5466/1/TESIS.pdf>
- Montes del Olmo, C; Rendón Martos, M; Varela Báez, L; Cappa Linares, M.J. (2008). Manual de restauración de humedales mediterráneos. Editorial Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente, Sevilla, España. <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnextoid=d80a3139e13dd110VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextchannel=4b2fa7aaaf4f4310VgnVCM2000000624e50aRCRD>
- Montes, C y Lomas, P (2009). La evaluación de los ecosistemas del mileniso en España. <http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Di>

- namicas/pdfs/versionpdf/Montes.pdf
- Montes, C. (2007). Del desarrollo sostenible a los servicios de los ecosistemas. *Revista Ecosistemas*, 16(3).
<http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/viewFile/87/84>
- Montes, C., & Gutiérrez, M. D. (2015). Ciudades resilientes en el antropoceno: mito o realidad. *Ciudad y territorio: Estudios territoriales*, (183), 9-22.
https://drive.google.com/file/d/0B4GvD_aOySuWXBWTINXS3FURFk/view?usp=sharing
https://drive.google.com/file/d/0B4GvD_aOySuNHVkoGRfQINIVDQ/view?usp=sharing
- Montota J, Cuesta O, Flecha O, Viadé D, Gallegos A, Morató J(2011). Moravia como ejemplo de transformación de áreas urbanas degradadas: tecnologías apropiadas para la restauración integral de cuencas hidrográficas
<http://www.catedrasedel linbarcelona.org/newsletter/mayo2012/pdf/articuloNOVA15.pdf>
- Moreno Murillo, Juan Manuel (2012) Fotointerpretación y dinámica del deslizamiento en el relleno sanitario de doña juana, bogotá – colombia. *Geología Colombiana - An International Journal on Geosciences*; Vol. 26 (2001); 153-175 *Geología Colombiana*; Vol. 26 (2001); 153-175 2357-3767 0072-0992 - See more at: <http://www.bdigital.unal.edu.co/32192/#sthash.TcWrvQJX.dpuf>
<http://www.bdigital.unal.edu.co/32192/1/31564-114803-1-PB.pdf>
- Moro, AM. (2015). Resiliencia comunitaria, un concepto para la acción. *Revista Científica Monfragüe Resiliente*. Vol 1, Universidad de Extremadura.
<http://monfragueresiliente.com/Documentos/numero9/Art%C3%ADculo2.pdf>
- Morse, N. B., Pellissier, P. A., Cianciola, E. N., Brereton, R. L., Sullivan, M. M., Shonka, N. K., ... & McDowell, W. H. (2014). Novel ecosystems in the Anthropocene: a revision of the novel ecosystem concept for pragmatic applications. *Ecol. Soc*, 19(2).
https://drive.google.com/file/d/0B4GvD_aOySuMnRwM0REUjBnWnc/view?usp=sharing
- Morse N, Pellissier P, Cianciola E, Brereton R, Sullivan M, Shonka N, Wheeler T and McDowell W. (2014). Novel ecosystems in the Anthropocene: a revision of the

- novel ecosystem concept for pragmatic applications.
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySuMnRwM0REUjBnWnc/view?usp=sharing
- Mumby, P. J., Chollett, I., Bozec, Y. M., & Wolff, N. H. (2014). Ecological resilience, robustness and vulnerability: how do these concepts benefit ecosystem management?. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 7, 22-27.
<http://www.marinespatialecologylab.org/wp-content/uploads/2010/11/Mumby-et-al-2014-Current-Opinions.pdf>
- Murcia C y Pineda J. (2008) Ecología de la restauración. Regiones biodiversas. Edit Gustavo Kattan.
<http://eidenar.univalle.edu.co/autoevaluacion/regiones%20biodiversas.pdf>
- Murcia C y Guariguata MR. (2014). La restauración ecológica en Colombia: Tendencias, necesidades y oportunidades. Documentos Ocasionales 107. Bogor, Indonesia: CIFOR.
http://www.cifor.org/publications/pdf_files/occpapers/OP-107.pdf
- Murcia, C., G. H. Kattan, y G. I. Andrade-Pérez. (2013). Conserving biodiversity in a complex biological and social setting: The case of Colombia. Pages 86-96 En: N. S. Sodhi, L. Gibson, y P. H. Raven, editores. *Conservation Biology: Voices from the Tropics*. John Wiley & Sons, Ltd., Hoboken, N.J. EE.UU.
- Murcia, M. D. P., & Orejuela, J. J. (2014). The teotherapeutics and psychotherapeutics communities as a treatment against SPA addiction: an approach to its state of art. *CES Psicología*, 7(2), 153-172.
<http://www.scielo.org.co/pdf/cesp/v7n2/v7n2a12.pdf>
- Muzlera, J. (2010). Mujeres y hombres en el mundo agrario del sur santafecino: Desigualdades y dinámicas sociales en comunidades agrícolas a comienzos del siglo XXI. *Mundo agrario*, 10(20), 00-00.
<http://www.scielo.org.ar/pdf/magr/v10n20/v10n20a04.pdf>
- MVDT- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2014). Marco de gestión ambiental y social de residuos sólidos para Colombia.
<http://www.minvivienda.gov.co/Residuos%20Solidos/Marco%20de%20Gesti%C3%B3n%20Ambiental%20y%20Social%202014.pdf>

- Naizaque, J., García, G., Fischer, G., & Melgarejo, L. M. (2014). Relationship between stomatal density, transpiration and environmental conditions in pineapple guava (*Acca sellowiana* [O. BERG] BURRET). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 17(1), 115-121.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v17n1/v17n1a13.pdf>
- Naranjo L.G (2015). Paisajes diseñados y ecosistemas emergentes: alternativas de manejo de la biodiversidad en agroecosistemas
<http://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/LuisGermanNaranjo.pdf>
- Naredo, J. M. (2014). Ciudades y crisis de civilización. *Boletín CF+ S*, (15).
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySueW1sbDFhanRucnM/view?usp=sharing
- Naveen BP, Sitharam T G (2014). Characteristics of a municipal solid waste landfill leachate
http://www.researchgate.net/profile/Naveen_BP2/publication/269819277_CHARACTERISTICS_OF_A_MUNICIPAL_SOLID_WASTE_LANDFILL_LEACHATE/links/549799a20cf2ec13375d3dd4.pdf
- Nicholls C., Rios L., Altieri M. (2013). Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. *Red Iberoamericana de Agroecología para el Desarrollo de Sistemas Agrícolas Resilientes al Cambio Climático (REDAGRES)*. Medellín, Colombia.
<https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/REDAGRESlibro1.pdf?iv=42>
- Noguera K y Olivero J (2010). Los Rellenos Sanitarios en Latinoamérica: Caso Colombiano. ACC – Academia Colombiana de la Ciencia. Volumen 34, Número 132, Septiembre de 2010. Bogotá DC.
<http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358045/UNIDAD%201/Los%20rellenos%20sanitarios%20en%20latinoamerica%20caso%20Colombiano.pdf>
- O'Dougherty Margaret, Masten Ann S., and Narayan Angela J. (2013). *Resilience Processes in Development: Four Waves of Research on Positive Adaptation in the Context of Adversity*. S. Goldstein and R.B. Brooks (eds.), *Handbook of Resilience in Children*, 15 DOI 10.1007/978-1-4614-3661-4_2, © Springer Science+Business Media New York 2013
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySubVBnS

- WxmSUprRGs/view?usp=sharing
- Ock, G., Gaeuman, D., McSloy, J., & Kondolf, G. M. (2015). Ecological functions of restored gravel bars, the Trinity River, California. *Ecological Engineering*, 83, 49-60.
http://ac.els-cdn.com/S0925857415300756/1-s2.0-S0925857415300756-main.pdf?_tid=95badffc-7daf-11e5-b3cb-0000aacb35f&acdnat=1446063059_7db81afe7129f3a24409da73e17778b4
- Oliveira, V., Makeschin, F., Sano, E., & Lorz, C. (2014). Physical and chemical analyses of bare soil sites in Western Central Brazil: a case study. *Environmental Earth Sciences*, 72(12), 4863-4871.
http://www.researchgate.net/profile/Vanessa_Oliveira21/publication/264464036_Physical_and_chemical_analyses_of_bare_soil_sites_in_Western_Central_Brazil_a_case_study/links/53e09e540cf2d79877a4c3bd.pdf
- Ollero A (2011) Sobre el objeto y la viabilidad de la restauración ambiental
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySuVI85SEtITzIQeGc/view?usp=sharing
- Ollero Ojeda, A. (2014). Sobre el objeto y la viabilidad de la restauración ambiental. *Geographicalia*, (59-60), 267-279.
<https://papiro.unizar.es/ojs/index.php/geographicalia/article/viewFile/837/761>
- Omar, H., & Rohani, S. (2015). Treatment of landfill waste, leachate and landfill gas: A review. *Frontiers of Chemical Science and Engineering*, 9(1), 15-32.
<http://journal.hep.com.cn/fcse/EN/10.1007/s11705-015-1501-y>
- Onaindia Marien (2010). Biodiversidad y servicios de los ecosistemas. Cátedra UNESCO de Desarrollo Sostenible y Educación Ambiental de la Universidad del País Vasco en Servicios de los ecosistemas y bienestar humano: La contribución de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Bilbao, España.
http://www.unescoetxea.org/dokumentuak/Ecosistemas_bienestar.pdf
- Orea, D. G., Villarino, M. G., & Villarino, A. G. (2014). Evaluación ambiental estratégica. Ediciones Paraninfo, SA.
https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=lang_es|lang_en|lang_pt&id=kBhNBQAQBAJ&oi=fnd&pg=PA9&dq=Recuperaci%C3%B3n+de+espacios+degradados+%2B+G%C3%B3mez+Orea&ots=y1mla

- KnRdh&sig=wqoq7SYD0sll_S
KqmibbM5iJKZ8#v=onpage
&q=Recuperaci%C3%B3n%2
0de%20espacios%20degradado
s%20%2B%20G%C3%B3mez
%20Orea&f=false
- Osorio Sergio (2012). El pensamiento complejo y la transdisciplinariedad: Fenómenos emergentes de una nueva racionalidad. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Militar Nueva Granada. Vol XX - 1, 269-291*
<http://www.umng.edu.co/documents/63968/521991/Art+15.pdf>
- Ospina, O (2011) Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Congreso Colombiano de Restauración Ecológica. Pag 630- 633.
http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_46/file/Memorias-Congreso-Restauracion.pdf
- 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://www.researchgate.net/profile/Andrea_Colombo/publication/261254756_Influenc
- e_of_a_municipal_solid_waste_landfill_in_the_surrounding_environment_Toxicological_risk_and_odor_nuisance_effects/links/540810f40cf2c48563b89773.pdf
- Palomo, I., Montes, C., Martín-López, B., González, J. A., García-Llorente, M., Alcorlo, P., & Mora, M. R. G. (2014). Incorporating the social-ecological approach in protected areas in the Anthropocene. *BioScience, bit033.*
<http://bioscience.oxfordjournals.org/content/early/2014/02/13/biosci.bit033.full.pdf+html>
- Paruelo J.M. (2011). Valoración de servicios ecosistémicos y planificación del uso del territorio ¿es necesario hablar de dinero?
http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_valoracion_de_servicios_ecosistemicos.pdf
- Pastor, J., Gutiérrez-Ginés, M. J., Bartolomé, C., & Hernández, A. J. (2014). The Complex Nature of Pollution in the Capping Soils of Closed Landfills: Case Study in a Mediterranean Setting.
<http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/46029.pdf>
- Patiño Llorente Jairo (2010). Efectos ecológicos de perturbaciones humanas en bosques de niebla

de las islas canarias.- ensayo con comunidades de briófitos-

http://www.researchgate.net/profile/Jairo_Patino/publication/257067040_Thesis_Patio-Jairo_2010/links/00b495244697e249a6000000.pdf

Patricia Balvanera, Alicia Castillo, Elena Lazos Chavero, Karina Caballero, Sandra Quijas, Adriana Flores, Claudia Galicia, Lucía Martínez, Adriana Saldaña, Mabel Sánchez, Manuel Maass, Patricia Ávila, Yessica Martínez, Luis Miguel Galindo y José Sarukhán (2011). Marcos conceptuales interdisciplinarios para el estudio de los servicios ecosistémicos en América Latina. Cap2 de Valoración de servicios ecosistémicos Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial

http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_valoracion_de_servicios_ecosistemas.pdf

Pellon A, Lopez M, Espinoza MC y Gonzalez O (2015). Propuesta para tratamiento de lixiviados en un vertedero de residuos sólidos urbanos

<http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v36n2/riha01215.pdf>

Pereira, Y., & Escorcía, M. (2015). Ética ambiental y desarrollo

sostenible: política ambiental en

Colombia. Multiciencias, 14(2)

.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90432601005>

Perevochtchikova, M (2014). Pago por servicios ambientales en México:: Un acercamiento para su estudio

<https://books.google.com.co/books?id=I9Y2CAAQAQBAJ&pg=PT58&lpg=PT58&dq=resiliencia%2Bperturbaci%C3%B3n%2Bholling&source=bl&ots=ZyvfVNvkBA&sig=6pSQjYarfht7x0omyUt8J9vfZI&hl=es-419&sa=X&ved=0CDDgQ6AEwA2oVChMIruyn88-mxwIVS-ACh2qTQCn#v=onepage&q=resiliencia%2Bperturbaci%C3%B3n%2Bholling&f=false>

Pickett, S. T., Cadenasso, M. L., & McGrath, B. (Eds.). (2013). Resilience in ecology and urban design: Linking theory and practice for sustainable cities (Vol. 3). Springer Science & Business Media.

<http://download.springer.com/static/pdf/375/bok%253A978-94-007-5341-9.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Fbook%2F10.1007%2F978-94-007-5341-9&token2=exp=1444857198~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F375%2Fbok%253A978-94-007->

- 5341-9.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Fbook%252F10.1007%252F978-94-007-5341-9*~hmac=3fb7995edd1e044331790154d5d562876e62bfaf2ca6fc37c72f4804caa9c73c
- Pineda B. (2012). Desarrollo humano y desigualdad en salud en la población rural en Colombia. *Univ Odontol.* Enero-junio 31(66):97-102 ó consultada en <http://www.javeriana.edu.co/universitasodontologica>.
<http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revUnivOdontologica/article/download/2717/2375>
- Pinzón L (2010), Estimativo de la afectación de los rellenos sanitarios que operan en Colombia sobre el cambio climático. Universidad Internacional de Andalucía, Huelva, España.
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySuS3d4c1d5LUkzeUE/view?usp=sharing
- Prieto E (2013). Resiliencia y panarquía: claves para enfrentar la adversidad en sistemas sociales.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90428348007>
- Proag, S & Proag, V (2014). The cost benefit analysis of providing resilience . 4th International Conference on Building Resilience, Building Resilience 2014, 8-10 September 2014, Salford Quays, United kingdom. *Procedia Economics and Finance* 18 (2014) 361 – 368 http://ac.els-cdn.com/S2212567114009514/1-s2.0-S2212567114009514-main.pdf?_tid=19865162-7c03-11e5-919e-00000aab0f01&acdnat=1445879026_ee8c0411b814800505da4bb3758180c7
- Proag, V (2014). The concept of vulnerability and resilience. 4th International Conference on Building Resilience, Building Resilience 2014, 8-10 September 2014, Salford Quays, United kingdom
http://ac.els-cdn.com/S2212567114009526/1-s2.0-S2212567114009526-main.pdf?_tid=6ca77e80-4124-11e5-8006-00000aab0f01&acdnat=1439406220_c874695aed0b641e09ba9ac1002169d5
- Puig, H., & Bautista, J. (2015). Proyecto de Sellado de Vertedero de “els Ramblars” y Restauración Paisajística de su entorno, en el Término Municipal de Xàbia (Doctoral dissertation).
<https://riunet.upv.es/handle/10251/52411>
- Rada, E. C., Ragazzi, M., Ionescu, G., Merler, G., Moedinger, F., Raboni, M., & Torretta, V.

- (2014). Municipal Solid Waste treatment by integrated solutions: Energy and environmental balances. *Energy procedia*, 50, 1037-1044. http://ac.els-cdn.com/S1876610214008595/1-s2.0-S1876610214008595-main.pdf?_tid=e9b87c62-79c8-11e5-911f-00000aacb35f&acdnat=1445634132_0b24fbb7983464de06ad4350b44fc2bd
- Ramirez W.(2014). Contexto Nacional de toma de decisiones en restauración ecológica http://elti.fesprojects.net/2013%20Cali2/w.ramirez_contexto_nacional.pdf
- Ramos, A. G., Fernandez, G., Valenzuela, S., & Ricci, S. (2015). Patrimonio Geológico-Minero y Recreación en una Ciudad Intermedia: Tandil, Argentina. *ROSA DOS VENTOS-Turismo e Hospitalidade*, 7(1). <http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/rosadosventos/article/viewArticle/3243>
- Ranjan, E & Abenayake, C (2014). A Study on Community's Perception on Disaster Resilience Concept http://ac.els-cdn.com/S2212567114009174/1-s2.0-S2212567114009174-main.pdf?_tid=937e8944-7c03-11e5-87eb-00000aab0f6b&acdnat=1445879230_751ba448f5dba5cde5ba8ee19a015279
- Razaq, J. (2014). Health Hazards Due to Exposure to Municipal Solid Waste in Sialkot City. *Issues*, 2(3). <http://www.globalcentre.org/uploads/JGSI%202-3-14%20J.%20Razaq%20P%2028-39.pdf>
- REDDY, R. U. (2014). Studies on Garbage Solid Waste from Residential Areas in Tirupati City, Andhra Pradesh, India. <http://euacademic.org/UploadArticle/577.pdf>
- Reis, A., Bechara, F. C., Tres, D. R., & Trentin, B. E. (2014). Nucleation: biocentric conception for the ecological restoration. *Ciência Florestal*, 24(2), 509-519. <http://www.bioline.org.br/pdf?cf14050>
- Reques P. (2011). Transformaciones espaciales y procesos sociodemográficos en las ciudades. en PUJADAS, I. et al. (Eds.): *Población y Espacios urbanos*. Barcelona: Departament de Geografia Humana de la UB y Grupo de Población de la AGE, ISBN: 978-84-694-2666-1.. http://www.agepoblacion.org/images/congresos/barcelona2/barcelona_ponencia%202.pdf

- Reyes, J. E., & Ballesteros, E. R. (2011). Resiliencia Socioecológica: aportaciones y retos desde la Antropología. *Revista de antropología social*, 20, 109-135.
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySueFhtaXBBTXJIRjg/view?usp=sharing
- Ríos S. (2010). Vulnerabilidad al Cambio Climático de tres grupos de productores agropecuarios en el Área de influencia del Bosque Modelo Reventazón (BMR) - Costa Rica. Tesis de grado, Centro Agronómico Tropical De Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica
<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A8962e/A8962e.pdf>
- Ríos, D. (2015). Present-day capitalist urbanization and unequal disaster risk production: the case of Tigre, Buenos Aires. *Environment and Urbanization*, 0956247815583616.
<http://eau.sagepub.com/content/26/1/3.full.pdf+html>
- Ripoll, J. L., & Rodríguez, S. G. J. H. R. (2014). Vivienda/violencia: intersecciones de la vivienda y la violencia intrafamiliar en Ciudad Bolívar, Bogotá. *Revista de Estudios Sociales*, (50), 71-86.
http://res.uniandes.edu.co/view.php/939/*
- Röben E(2002). Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales
http://www.bvsde.paho.org/cursoa_rsm/e/fulltext/loja.pdf
- Röder, M., & Syrbe, R. U. (2014). Relationship between land use changes, soil degradation and landscape functions. *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 6(6).
<http://paek.ukw.edu.pl/pekk/index.php/PEK/article/view/5150>
- Rodic, L., Scheinberg, A., & Wilson, D. C. (2010). Comparing solid waste management in the world's cities. In ISWA World Congress.
<https://www.iswa.org/fileadmin/galleries/General%20Assembly%20and%20WC%202010%2011%20Hamburg/Presentations/Rodic.pdf>
- Rodríguez .A, Jiménez Pérez .E, González Tagle. J, Treviño Garza M. A, Aguirre Calderón E. J., Yamallel O. A, & Mata Balderas J. M.(2014). Efecto de los incendios en la estructura del sotobosque de un ecosistema templado. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 5(22), 74-85.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v5n22/v5n22a6.pdf>
- Rodríguez, J. R. (2015). Ciudad educadora. Una perspectiva política desde la complejidad.

- Revista Urbano, 10(16), 29-49.
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySuMVpTSGNFWGJ2Zms/view?usp=sharing
- Rojas. O(2011) Síntesis simposio de restauracion para promover la conectividad ecologica.
http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_46/file/Memorias-Congreso-Restauracion.pdf
- Rosendal R.(2009). Landfill mining: process, Feasibility, Economy, Benefits and Limitations
http://www.danskaffaldsforening.dk/documents/21355/45957/2009_deponering_landfill_mining.pdf/e29469b7-4e47-4d25-a654-626d7a5ac728
- Ruiz M.E (2013). Responsable Institutional Purchases
<http://repository.unimilitar.edu.co:8080/bitstream/10654/11967/1/maria%20e%20ruiz-ComprasInsitucionalesResponsables2013.pdf>
- Ruiz Rivera, N. (2012). La definición y medición de la vulnerabilidad social. Un enfoque normativo. Investigaciones geográficas, (77), 63-74.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n77/n77a6.pdf>
- Sabatini, F. (2014). La dimensión ambiental de la pobreza urbana en las teorías latinoamericanas de marginalidad. Revista EURE-Revista de Estudios Urbano Regionales, 8(23).
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySuLWRoREtMSI9wTUE/view?usp=sharing
- Salas W, Ríos L, Álvarez J. (2011) Bases conceptuales para una clasificación de los sistemas socioecológicos de la investigación en sostenibilidad. Revista Lasallista de Investigación [en línea] 2011, 8 (Julio-Diciembre): [Fecha de consulta: 19 de abril de 2014] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69522607015>> ISSN 1794-4449
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69522607015>
- Sanabria E y Pinzón L (2015). Análisis geográfico-temporal y evaluación del ecosistema en el sector del Mochuelo, por medio de sistemas de información geográfica
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySuT05aVIRVTHo4cnRYOXVYU2lvYZJuMzZrbG1r/view?usp=sharing
- Sánchez I, Vessuri H, Sánchez B, Rodríguez I (2012). Lectura diferencial de los sistemas socio-ecológicos complejos desde lo social: explorando las bases de la incomprensión de los lenguajes entre ciencias sociales y ciencias naturales en

un proyecto interdisciplinario. IX Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología. Ciudad de México, 5 al 8 de junio de 2012.

http://www.researchgate.net/profile/Becker_Sanchez/publication/269093307_Lectura_diferencial_de_los_sistemas_socio-ecologicos_complejos_desde_lo_social_explorando_las_bases_de_la_incomprension_de_los_lenguajes_entre_ciencias_sociales_y_ciencias_naturales_en_un_proyecto_interdisciplinario/links/547f169d0cf2c1e3d2dc3c6c.pdf

Sánchez I, Vessuri H, Sánchez B, Rodríguez I (2012). Lectura diferencial de los sistemas socio-ecológicos complejos desde lo social: explorando las bases de la incomprensión de los lenguajes entre ciencias sociales y ciencias naturales en un proyecto interdisciplinario. IX Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología. Ciudad de México, 5 al 8 de junio de 2012.

http://www.researchgate.net/profile/Becker_Sanchez/publication/269093307_Lectura_diferencial_de_los_sistemas_socio-ecologicos_complejos_desde_lo_social_explorando_las_bases_de_la_incomprension_de_los_lenguajes_entre_ciencias_sociales_y_ciencias_naturales_en_un_proyecto_interdisciplinario/links/547f169d0cf2c1e3d2dc3c6c.pdf

[nguajes_entre_ciencias_sociales_y_ciencias_naturales_en_un_proyecto_interdisciplinario/links/547f169d0cf2c1e3d2dc3c6c.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Becker_Sanchez/publication/269093307_Lectura_diferencial_de_los_sistemas_socio-ecologicos_complejos_desde_lo_social_explorando_las_bases_de_la_incomprension_de_los_lenguajes_entre_ciencias_sociales_y_ciencias_naturales_en_un_proyecto_interdisciplinario/links/547f169d0cf2c1e3d2dc3c6c.pdf)

Sánchez-Cuervo, A. M., T. M. Aide, M. L. Clark, y A. Etter. (2012). Land cover change in Colombia: surprising forest recovery trends between 2001 and 2010. *PloS one* 7:e43943.

<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0043943#pone-0043943-g001>

Sanders, D., Laing, J., & Frost, W. (2015). Exploring the role and importance of post-disaster events in rural communities. *Journal of Rural Studies*, 41, 82-94.

http://ac.els-cdn.com/S0743016715300139/1-s2.0-S0743016715300139-main.pdf?_tid=c0576734-557e-11e5-b278-0000aacb35e&acdnat=1441644038_4b0734e95238da7f175edcadedb0210

Santaella, C. M. (2015). Estrategias para resistir a la crisis de confianza en la investigación cualitativa actual. *Educación XX1*.

<http://revistas.uned.es/index.php/educacionXX1/article/download/14227/12753>

Savage, G. M., Golueke, C. G., & Von Stein, E. L. (1993). Landfill

- mining: past and present. *BioCycle* (USA).
<http://www.waste-management-world.com/articles/print/volume-15/issue-1/features/landfill-mining-goldmine-or-minefield.html>
- Scheffer, M., Barrett, S., Carpenter, S. R., Folke, C., Green, A. J., Holmgren, M., ... & Walker, B. (2015). Creating a safe operating space for iconic ecosystems. *Science*, 347(6228), 1317-1319.
http://www.researchgate.net/profile/Andy_Green2/publication/273774057_Creating_a_safe_operating_space_for_iconic_ecosystems/links/55223e2a0cf2f9c130529ee6.pdf
- SDA - Secretaria Distrital del Ambiente, Alcaldía de Bogotá (2012). Resolución 1115 . Por medio de la cual se adopta el lineamiento técnico ambientales para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el Distrito Capital.
http://ambientebogota.gov.co/en/c/document_library/get_file%3Fuuid=fb032331-8198-4f1b-8461-b6f398c6df40%26groupId=10157
- SDHT – CENAC, Secretaria Distrital del Hábitat y Centro de Estudios de la Construcción y el Desarrollo Urbano y Regional (2013). Análisis de Calidad debida en la zona del RSDJ. Convenio de Asociación 082, Fase 4 Relleno Sanitario de Doña Juana.
<http://es.scribd.com/doc/211387828/Calidad-de-Vida-en-la-Zona-del-Relleno-Sanitario-Dona-Juana#scribd>
- SDP – Secretaría Distrital de Planeación, (2012). Plan de Desarrollo Económico y Social para Bogotá Distrito Capital 2012 – 2016 – Bogotá Humana. Alcaldía Mayor de Bogotá.
<http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/Home/Noticias/OtrosDocumentos/Archivados/PlandeDesarrollo/PLAN-DESARROLLO2012-2016.pdf>
- Sellberg, M. M., Wilkinson, C., & Peterson, G. D. (2015). Resilience assessment: a useful approach to navigate urban sustainability challenges. *Ecology and Society*, 20(1).
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySuYTINaUhnZGdlT1E/view?usp=sharing
- SER-Society for Ecological Restoration (2004). Principios de SER International sobre la restauración ecológica Incluir Cap3

- <http://www.ser.org/docs/default-document-library/spanish.pdf>
- SER-Society for Ecological Restoration (2011). Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica
http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_46/file/Memorias-Congreso-Restauracion.pdf
- Sharifi, A., & Yamagata, Y. (2014). Resilient Urban Planning: Major Principles and Criteria. *Energy Procedia*, 61, 1491-1495. http://ac.els-cdn.com/S187661021403183X/1-s2.0-S187661021403183X-main.pdf?_tid=dd3a136e-401c-11e5-a6d0-00000aab0f01&acdnat=1439293022_07f2fdf80acc354bd544ba9333a17c56
- Siena, M (2014). Desastres y vulnerabilidad: un debate que no puede parar
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySuc0NITIFVVFJTQ2c/view?usp=sharing
- Sierra, C. A. S., Barrios, R. L. A., & Morales, J. D. C. J. (2014). Minería de rellenos sanitarios como alternativa de gestión para residuos sólidos. *Producción+ Limpia*, 9(1), 115-123.
- <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v9n1/v9n1a09.pdf>
- SISP. Superintendencia de Servicios Públicos de Colombia (2014). Informe de la Disposición final de residuos sólidos en Colombia – Diagnóstico.
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySueVN3WVBEZ1JOX0k/view?usp=sharing
- SSPD. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2014).
- Steffen, W., Grinevald, J., Crutzen, P., & McNeill, J. (2015). The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 369:842–867
<http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/roypta/369/1938/842.full.pdf>
- Stokols, D; Lejano, R; Hipp, J (2013). Enhancing the Resilience of Human-Environment Systems: a Social Ecological Perspective. UC Irvine Previously Published Works. Consultado en <http://escholarship.org/uc/item/99d0m00x>
<http://escholarship.org/uc/item/99d0m00x.pdf>
- Sukhdev, P (2010). La ecologización de las economías: Conservar y restablecer el restablecimiento

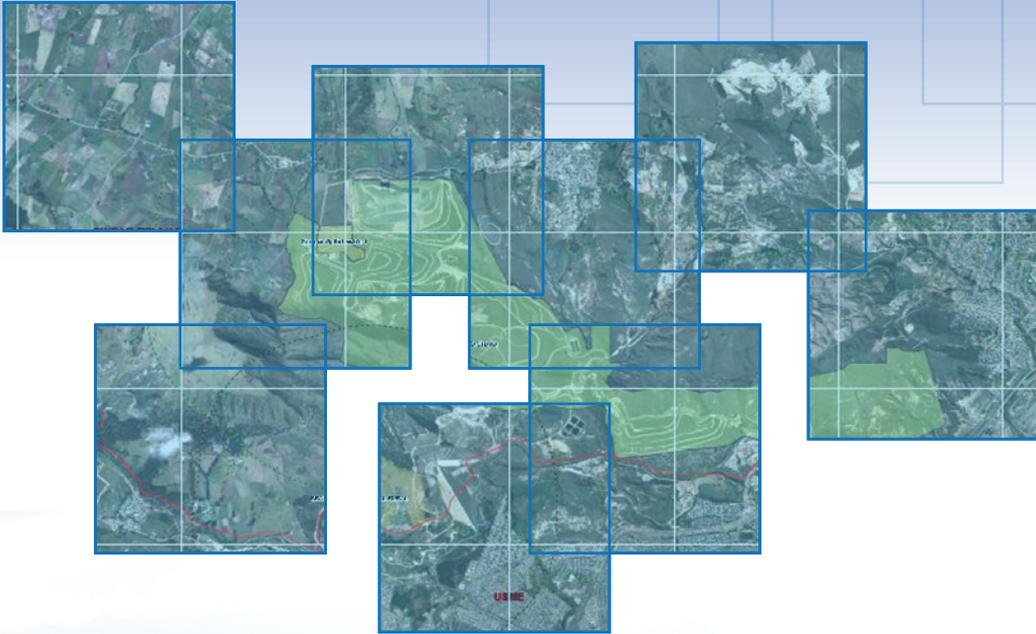
- del capital natural impulsaría los medios de vida y crearía millones de puestos de trabajo.
<http://www.ourplanet.com/pdfs/OP-2010-09-SP-FULLVERSION.pdf>
- Tapia W, Ospina P, Quiroga D, González J.A, Montes C. (2009). Ciencia para la sostenibilidad en Galápagos: el papel de la investigación científica y tecnológica en el pasado, presente y futuro del archipiélago. Parque Nacional Galápagos. Universidad Andina Simón Bolívar, Universidad Autónoma de Madrid y Universidad San Francisco de Quito. Ecuador.
http://www.galapagospark.org/documentos/Ciencia_para_la_sostenibilidad_Tapia_et_al_2009.pdf
- Terradas, J., Franquesa, T., Parés, M., & Chaparro, L. (2011). Ecología urbana. Revista Investigación y tecnología.
<http://www.uned.ac.cr/ecen/images/catedras/Terradas.pdf>
- Townsend, T. G., Powell, J., Jain, P., Xu, Q., Tolaymat, T., & Reinhart, D. (2015). Sustainable Practices for Landfill Design and Operation. Springer. Cap 1- The landfill's role in sustainable waste management
<https://books.google.com.co/books?id=BDcwCgAAQB>
- AJ&hl=es&source=gbs_navlinks_s
- UAESP-Unidad Administrativa Especial De Servicios Públicos (2012). Caracterización de los residuos sólidos residenciales generados en la ciudad de BOGOTÁ D.C. 2011
[http://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/attachments/Caracterizaci%C3%B3n/RESIDENCIALES%2002-29-2012\(!\).pdf](http://www.uaesp.gov.co/uaesp_jo/attachments/Caracterizaci%C3%B3n/RESIDENCIALES%2002-29-2012(!).pdf)
- Umaña, R. A. (2010) Problemática socio-ecosistémica de la cuenca del río Tunjuelo.
http://www.unimonserrate.edu.co/publicaciones/Administracion/imp_amb/ed4/Problematica_Cuenca_Tunjuelo_U.pdf
- UNEP, (2010). Waste and Climate Change: Global Trends and Strategy Framework. Osaka; Shiga: United Nations Environmental Programme
<http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/spc/Waste&ClimateChange/Waste&ClimateChange.pdf>
- UNOHABITAT (2014) Mejorando los niveles de resiliencia Urbana
<http://wuf7.unhabitat.org/pdf/dialogo-5.pdf>
- Uribe, E y CEPAL (2014). Reformas fiscales y regulatorias en la gestión y anejo de residuos sólidos América Latina frente al cambio climático
<http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3739>

- 4/S1420713_es.pdf?sequence=1
<http://www.scielo.org.co/pdf/agor/v14n1/v14n1a04.pdf>
- Uribe, T. O., Mastrangelo, M., Torrez, D. V., Piaz, A., Gallego, F., Soler, M. F., ... & Maass, M. (2015). Estudios transdisciplinarios en socio-ecosistemas: Reflexiones teóricas y su aplicación en contextos latinoamericanos. *Investigación ambiental Ciencia y política pública*, 6(2).
https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySudlV3ZXJlVvdITnc/view?usp=sharing
- Urwin, C. (2014). *Climate Change Adaptation: Evaluation and Development of the Practices for Measuring Community Resilience to Natural Hazards*.
<http://blogs.dnvgl.com/sustainability/wp-content/uploads/2014/10/DNV-GL-Report-Community-Resilience-rev1.3-290914.pdf>
- Valderrama Ocoró, M. F., & Chavarro Guzmán, L. E. (2015). Estudio dinámico del impacto ambiental asociado al reciclaje y reutilización de envases PET en el Valle del Cauca [recurso electrónico] (Doctoral dissertation).
<http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10893/7980/CB-0516525.pdf?sequence=1>
- Valencia y Lopez (2013). Zonas suburbanas
<http://www.scielo.org.co/pdf/agor/v14n1/v14n1a04.pdf>
- Valero, N. (2015). El ser humano y su responsabilidad ambiental con la basura. *Guayana Sustentable*, (4), 117-128.
<http://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/temas/index.php/guayanasustentable/article/viewFile/2365/2067>
- Valladares F, Balaguer L, Escudero A, Alfaya V (2012). Restauración ecológica de áreas afectadas por infraestructuras de transporte. *Bases científicas para soluciones técnicas*
http://www.ferrovial.com/wp-content/uploads/2014/06/doc_libro_restauracion_ecologica.pdf
- Valladares, F., Peñuelas, J., & de Luis Calabuig, E. (2005). Impactos sobre los ecosistemas terrestres. Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático, 65-112.
http://www.researchgate.net/profile/Emilia_Gutierrez2/publication/242226998_2._IMPACTOS_SOBRE_LOS_ECOSISTEMAS_TERRESTRES/links/541bfcdb0cf2218008c4de3f.pdf
- Van der Zee, D. J., Achterkamp, M. C., & De Visser, B. J. (2004). Assessing the market opportunities of landfill mining. *Waste management*, 24(8), 795-804.

- <https://www.rug.nl/research/portal/files/3014449/03b39.pdf>
- Vargas O (2007).Guia de restauracion ecologica para Bosque Alto Andino
http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_46/file/Guia%20Metodologica.pdf
- Vargas O y Reys S (2011).La restauración ecológica en la práctica: Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica
http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_46/file/Memorias-Congreso-Restauracion.pdf
- Vargas, O. (2011). Los pasos fundamentales en la restauración ecológica. In La Restauración Ecológica en la Práctica: memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (pp. 19-40).
<http://www.observatorioisrb.org/cmsAdmin/uploads/metodologia-restauracion.pdf>
- Varvazovska P, y Prasilova M (2015).Waste Production as One of The Problems of Postmodern Society. 2nd GLOBAL CONFERENCE on BUSINESS, ECONOMICS, MANAGEMENT and TOURISM, 30-31 October 2014, Prague, Czech Republic
http://ac.els-cdn.com/S2212567115004086/1-s2.0-S2212567115004086-main.pdf?_tid=2965ce56-3634-11e5-8c01-0000aacb35d&acdnat=1438203516_63376b3cb3784b88c7d2ace6927bdb79
- Vásquez Estela, D. E., Bermejo Sánchez, F. R., & Sarmiento Ramos, J. (2014). Percepción y manejo de residuos sólidos en universitarios. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión 2013.
<http://190.116.38.24:8090/xmlui/bitstream/handle/123456789/149/vASQUEZ%20manejo%20residuos%20solidos.pdf?sequence=1>
- Velasquez Restrepo, J. O. (2015). Protocolo de restauración ecológica para zonas de alta ñontaña en la región norte de los Andes Colombianos. Incluir Cap 3; pag 104, 106, 108 en Cap 7
<http://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/12985/2015000001197.pdf?sequence=1>
- Ventosa, I. P., Forn, M. C., & Sora, M. J. (2014). Minería urbana: extracción de recursos de los

- vertederos. Seguridad y medio ambiente, (134), 44-57.
http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1079171
- Verdaguer C (2014). Vías para la sostenibilidad urbana en los inicios del siglo XXI. Málaga, España: Observatorio del Medio Ambiente Urbano.
http://www.omau-malaga.com/agenda21/subidas/archivos/arc_149.pdf
- Vieira Filho, J. E. R., Gasques, J. G., & Sousa, A. G. D. (2011). Agricultura e crescimento: cenários e projeções. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília.
http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_1642.pdf
- Vorraber, L. B., Sebastián, M., Fernández, E., & Scófono, M. (2014). Ecología urbana: diseño de espacios productivos comunitarios y evaluación de condiciones del medio de crecimiento y asociación de especies. *Multequina*, 23, 65-74. http://www.cricyt.edu.ar/multequina/indice/pdf/23/23_6.pdf
- Wagner, T. P., & Raymond, T. (2015). Landfill mining: Case study of a successful metals recovery project. *Waste Management*.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26152366>
- Wang, X., S. Wang, G. Peng, D. S. W. Katz, and H. Ling. (2015). Ecological restoration for river ecosystems: comparing the Huangpu River in Shanghai and the Hudson River in New York. *Ecosystem Health and Sustainability* 1(7):23. <http://dx.doi.org/10.1890/EHS15-0009.1>
<http://www.esajournals.org/doi/pdf/10.1890/EHS15-0009.1>
- Wollmann, C. (2015). Análisis de la gestión de los residuos sólidos en Brasil. Una comparativa entre las diez ciudades más grandes del país. https://drive.google.com/file/d/0B4GvvD_aOySudjUzdlVFVlNaUEk/view?usp=sharing
- Wood, N. J., Burton, C. G., & Cutter, S. L. (2010). Community variations in social vulnerability to Cascadia-related tsunamis in the US Pacific Northwest. *Natural Hazards*, 52(2), 369-389.
<http://download.springer.com/static/pdf/610/art%253A10.1007%252Fs11069-009-9376-1.pdf?originUrl=http%3A%2F%2Flink.springer.com%2Farticle%2F10.1007%2Fs11069-009-9376-1&token2=exp=1437158171~acl=%2Fstatic%2Fpdf%2F610>

- %2Fart%25253A10.1007%25252Fs11069-009-9376-1.pdf%3ForiginUrl%3Dhttp%253A%252F%252Flink.springer.com%252Farticle%252F10.1007%252Fs11069-009-9376-1*~hmac=0392ef5b66e6e46715490dbd788216324d16cb96043d9c706369b82006717593
- publication/50835887_The_New_World_of_the_Anthropocene/links/0c960532c850c9104600000.pdf
- Zaman Atiq, Lehmann Steffen (2011). Urban growth and waste management optimization towards 'zero waste city'
http://ac.els-cdn.com/S1877916611000786/1-s2.0-S1877916611000786-main.pdf?_tid=a3a2e3a0-3622-11e5-9bae-0000aab0f27&acdnat=1438195990_874f592db1011d7eb8188e61b14c9044
- Yao, J., Kong, Q., Zhu, H., Long, Y., & Shen, D. (2015). Retention and leaching of nitrite by municipal solid waste incinerator bottom ash under the landfill circumstance. *Chemosphere*, 119, 267-272.
http://peec.zjlab.tzc.edu.cn/uploads/20150506093235265/2015-chemosphere-Retention_and_leaching_of_nitrite_by_municipal_solid_waste_incinerator.pdf
- Young, T.P. & K.J. Vaughn. (2011). Restoration. Pp. 594-597 in *Encyclopedia of Invasive Introduced Species*. D. Simberloff & M. Rejmanek (eds.), University of California Press.
https://drive.google.com/file/d/0B4GvD_aOySuNDdIaTVGOHEzZ0U/view?usp=sharing
- Zamora, P. S., Cobosa, R. G., & Delgado, F. C. (2014). El medio rural andaluz frente a la crisis económica: un análisis de los factores de resiliencia territorial. *Economía Agraria y Recursos Naturales (Agricultural and Resource Economics)*, 14(1), 27-56.
<http://recyt.fecyt.es/index.php/ECAGRN/article/viewFile/earn.2014.01.02/15800>
- Zalasiewicz, J., Williams, M., Steffen, W. & Crutzen, P. 2010 The new world of the Anthropocene. *Environ. Sci. Technol.* 44, 2228–2231. (doi:10.1021/es903118j)
https://www.researchgate.net/profile/Mark_Williams18/



Anexos

Análisis de la dinámica sobre la gestión del RELLENO SANITARIO DE DOÑA JUANA (Bogotá, Colombia), como factor de perturbación: Una aproximación conceptual desde los sistemas ecológicos emergentes y la resiliencia

Anexos

Anexo A. Encuesta

Anexo B. Matriz de tendencias del conocimiento

ANEXO A ENCUESTA TIPO

Fecha: _____

Ciudad: _____

Lugar de la encuesta: _____

Género: _____ Edad: _____

Nivel de Estudios:

Ninguno	Primaria	Secundaria	Universidad
---------	----------	------------	-------------

1- ¿Piensa que el Relleno Sanitario DJ genera algún beneficio ambiental a la comunidad?

No	Muy poco	Poco	Bastante	Mucho
----	----------	------	----------	-------

Cual: _____

2- Entre los beneficios que genera el Relleno Sanitario califique de 1 a 4 (siendo 4 la mejor calificación)

Beneficio	Calificación			
	1	2	3	4
El Relleno contribuye a mantener el aire limpio	1	2	3	4
El Relleno contribuye a regular la temperatura del ambiente	1	2	3	4
Permite que la calidad del agua para consumo sea la mejor	1	2	3	4
Evita la erosión y la pérdida de suelos	1	2	3	4
Permite el movimiento de especies nativas y ayuda a su conservación	1	2	3	4
Permite el desarrollo de un proyecto de educación ambiental	1	2	3	4
Permite observar un paisaje estético, bonito y tranquilo	1	2	3	4
Permite disfrutar de una tranquilidad y seguridad a la población	1	2	3	4

3- La cercanía al Relleno trajo al barrio alguno de los siguientes beneficios, califique de 1 a 4 (siendo 4 la mejor calificación)

Beneficio	Calificación			
	1	2	3	4
Mejoras en el sistema de salud	1	2	3	4
La generación de nuevos trabajos	1	2	3	4
Mejoras en el contorno urbano de la localidad	1	2	3	4
Generación de turismo	1	2	3	4
Consolidación de los núcleos familiares	1	2	3	4
Mejora en el sistema educativo (más escuelas, mejores profesores etc.)	1	2	3	4
Mejora en el sistema de servicios públicos	1	2	3	4
Otro	1	2	3	4

Cual: _____

4- ¿Por qué decidió vivir en este barrio?

Precio de la tierra	Lazos Familiares	Por Trabajo	Por Salud	Otro
---------------------	------------------	-------------	-----------	------

Cual: _____

5- Vivía en el sector cuando se presentó el accidente en el relleno de septiembre de 1997?

Si	No	Si es NO pase a la pregunta N° 7
----	----	----------------------------------

6- ¿En qué aspectos se vio afectado por el accidente en el relleno de septiembre de 1997?
 (califique solo 4 y de menor a mayor importancia, siendo 1 la menor y 4 la mayor
 importancia)

Afectación	Calificación			
Problemas de salud	1	2	3	4
Generación de vectores o plagas	1	2	3	4
Rompimiento de la Unidad Familiar (desplazamiento de parientes y Familiares)	1	2	3	4
Perdida del empleo	1	2	3	4
Perdida o degradación del paisaje	1	2	3	4
Perdida en la calidad del aire	1	2	3	4
Contaminación de las fuentes de agua	1	2	3	4
Migración de vecinos y amigos	1	2	3	4
Otro	1	2	3	4

Cual: _____

7- Señale con qué frecuencia

Acción	Nada	Poco	Bastante	Mucho
Recuerda o piensa acerca del accidente en el relleno de septiembre de 1997	1	2	3	4
Habla de lo que paso el día del accidente	1	2	3	4
Vecinos o amigos se marchan del barrio ¿Por qué?	1	2	3	4

¿Cómo?: _____

8- ¿Participó de alguna forma en las labores de recuperación del área afectada por el
 accidente en el relleno de 1997?

No Si Como: _____

9- ¿Visita o tiene algún tipo de contacto con el Relleno Sanitario de Doña Juana?

No Si Como: _____

10- ¿Cree que el accidente en el relleno, en septiembre de 1997, trajo consecuencias
 POSITIVAS con el tiempo al barrio?

No Si Cuales: _____

11- ¿Cómo califica la presencia de los siguientes vectores (plagas) en el barrio?

Vector (plaga)	Nada	Escasos	Algunos	Muchos
Roedores (Ratas, ratones)	1	2	3	4
Gasterópodos (Caracoles y babosas)	1	2	3	4
Zancudos	1	2	3	4
Moscas	1	2	3	4
Otros:	1	2	3	4

Cuales: _____

12- ¿Cómo ha sido su participación dentro de la comunidad?

Acción	Nada	Poco	Bastante	Mucho
Puedo influir en lo que pasa en el barrio	1	2	3	4
Creo que mi participación en la comunidad tiene un resultado positivo	1	2	3	4
Toma aparte activa en las decisiones de la comunidad	1	2	3	4

Los representantes de mi comunidad tienen en cuenta mis opiniones	1	2	3	4
Realizo actividades con otros vecinos para mejorar mi barrio	1	2	3	4
Participo en actividades locales o eventos (bazares, festivales, ferias, etc.)	1	2	3	4
Contribuyo con causas locales o obras de caridad a personas del barrio	1	2	3	4
Participo en actividades de carácter ambiental en mi barrio y Diga cuáles?	1	2	3	4

Cuales: _____

13- ¿Con qué frecuencia evidencia la presencia de las siguientes enfermedades, que usted asume, son generadas por el Relleno sanitario en la comunidad de su barrio?

Enfermedades	Nada	Poco	Bastante	Mucho
Enfermedades respiratorias (Gripes, asma, bronquitis, etc.)	1	2	3	4
Enfermedades digestivas	1	2	3	4
Cefaleas (dolores de cabeza recurrentes)	1	2	3	4
Fiebre recurrente	1	2	3	4
Problemas en la vista	1	2	3	4
Otras	1	2	3	4

Cuales: _____

14- Respecto a la calidad de vida en el barrio considera que:

Acción	Nada	Poco	Bastante	Mucho
Es un lugar bueno y seguro para vivir	1	2	3	4
Se cuenta con todo lo necesario para vivir	1	2	3	4
Le agrada vivir en este barrio	1	2	3	4
Las relaciones interpersonales entre vecinos son buenas	1	2	3	4
Las políticas y acciones de los órganos municipales son buenas	1	2	3	4
La administración del relleno DJ compensa en alguna forma a la comunidad y como?	1	2	3	4

Como: _____

ANEXO B

MATRIZ DE TENDENCIAS DEL CONOCIMIENTO

181	Marshall, N. A., Stokes, C. J., Webb, N. P., Marshall, P. A., & Lankton, A. (2014). Social vulnerability to climate change in primary producers: A synthesis approach. <i>Agriculture, Ecosystems & Environment</i> , 186, 360-374.	La vulnerabilidad social al cambio climático en los productores primarios. Un enfoque sintético.	http://www.scribd.com/doc/225716697/Marshall-publicaciones201409?ref=bookmarks&from_open_page=true	2014	Nelson Marshall, Chris Stokes, Nicholas P. Webb P.A. Marshall & A.J. Lankton	Mar de 3	Vulnerabilidad	Social - Antropogénica	Agriculture, Ecosystems and Environment	Clasifica	Journal	Artículo	Inglés	Internacional	Interdisciplinar	Aplicado	Reino Unido	Ciencias sociales	
182	Jian, X., Yan, W., Qi, W., & Liu, S. (2014). Assessing the Social and Economic Vulnerability of Urban Areas to Disasters: A case study in Beijing, China. <i>International Review for Spatial Planning and Sustainable Development</i> , 2(1), 42-62.	La evaluación de la vulnerabilidad social y económica de las Áreas Urbanas de Desastres. Un estudio de caso en Beijing, China	http://age.ub.edu/languera/gdaj/gdajdocs/IntReview2014091121-25.pdf	2014	Xiaojin Guo, Huihui Wang, Wei Qi, Shengtao Liu	Mar de 3	Vulnerabilidad	Social - Antropogénica	International review for spatial planning and sustainable development, Vol.2, No.1 (2014), 42-62	Clasifica	Revista científica	Artículo	Inglés	Internacional	Interdisciplinar	Aplicado	China	Ciencias sociales	
183	Gómez, J. C., & Agui, A. H. (2014). La vulnerabilidad urbana en España. Identificación y evolución de los vulnerables. <i>Empire. Revista de estudios de ciencias sociales</i> (27), 73-84.	La vulnerabilidad urbana en España. Identificación y evolución de los vulnerables.	http://revistas.usal.es/index.php/empire/article/download/10661/10979	2014	José Algorri Gómez y Javier Camacho Gutiérrez	2	Vulnerabilidad	Social - Antropogénica		Universitaria	Revista científica	Artículo	Español	Internacional	Unidisciplinar	Aplicado	España	Ciencias Ambientales	
184	Marysa, D., & Pelling, M. (2015). Positioning resilience for 2015: the role of resilience, incremental adjustment and transformation in disaster risk management policy. <i>Disasters</i> , 39(3), 414-431.	Colocación de la capacidad de recuperación para el 2015: el papel de resiliencia, ajuste incremental y la transformación en la política de gestión del riesgo de desastres.	http://dx.doi.org/10.1111/disa.12107	2015	David Marysa, Mark Pelling	2	Resiliencia	Especializado_sustentable		Wiley Online Library	Privado	Revista científica	Base Virtual	Inglés	Internacional	Unidisciplinar	Aplicado	Reino Unido	Ciencias Ambientales
185	Adger, W. N., & Hobdell, J. (2014). A Ecological and social resilience Handbook of sustainable development, 91.	Resiliencia ecológica y social	https://doi.org/10.1137/14-8006	2014	W. Neil Adger	2	Resiliencia	Social - Antropogénica	Handbook of sustainable development	Privado	Libro	Capítulo de Libro	Inglés	Internacional	Unidisciplinar	Aplicado	Reino Unido	Ciencias Ambientales	
186	Duez, S. J., & Casas, A. F. (2014). Factores que determinan la resiliencia socio-ecológica para la alta montaña andina. <i>Revista Ecuatoriana de Ecología</i> , 13(25).	Factores que determinan la resiliencia socio-ecológica para la alta montaña andina.	http://www.revistaecologia.org/revistaecologia/ver/ver.php?id=1325	2014	Santi Joseph Duez Apurton Figueroa Casas	2	Resiliencia	Socioecológica		Universitaria	Revista científica	Artículo	Español	Nacional	Unidisciplinar	Aplicado	Colombia	Ciencias Ambientales	
187	Castro-Romero, M., Valdó-López, C., & Barrios-Castro, L. I. (2014). Prioridades de restauración ecológica del suelo y sus servicios ecosistémicos asociados, degradados por uso agropecuario en la microcuenca Santa Helena (sierra-cundinamarca). <i>Colombia</i> , 36(1), 37-52.	Prioridades de restauración ecológica del suelo y sus servicios ecosistémicos asociados, degradados por uso agropecuario en la microcuenca Santa Helena (sierra-cundinamarca).	http://www.scribd.com/doc/246135616/37-52-14.pdf	2014	Milena Castro-Romero Cecilia Valdó-López Jose Ignacio Barrios-Castro	3	Restauración	Ecológica		Revista Caldas	Privado	Revista científica	Artículo	Español	Nacional	Unidisciplinar	Aplicado	Colombia	Ciencias Ambientales
188	Elmer, G., Valmestad, J. P., & Sæviyg, C. (2014). High Performance in Reading Comprehension in Norway Children and South American in Empires. <i>Post-Cultural and Interculturality</i> (pp. 101-116). <i>ResearchGate</i> .	Alto rendimiento en comprensión de lectura en condiciones de pobreza.	http://www.researchgate.net/publication/271149149_High_Performance_in_Reading_Comprehension_in_Norway_Children_and_South_American_in_Empires_Post-Cultural_and_Interculturality	2014	GABRIELA GÓMEZ, JUAN PABLO VALENZUELA & CARMEN SOTOMAYOR	3	Social_Antropogénica	Demografía		Privado	Revista científica	Artículo	Español	Internacional	Unidisciplinar	Aplicado	Estados Unidos	Ciencias Ambientales	
189	McCarthy, D. D., Whittaker, G. S., Wootley, F. R., Crundall, D. D., & Brown, I. (2014). The Oak Ridge Moraine as a social innovation strategy: a social-ecological interaction. <i>Ecology & Society</i> , 19(1), 380-396.	La Moraine Oak Crundall como la innovación social: Variación estratégica como una interacción socio-ecológica.	https://doi.org/10.1890/1051-0761(2014)19[380]2.0.CO;2	2014	David D. P. McCarthy, Graham S. Whittaker, Frances R. Wootley, Debbie D. Crundall and David Brown	Mar de 3	Sistemas_complexos	Socioecológico		Ecology and Society	Clasifica	Artículo	Artículo	Inglés	Internacional	Interdisciplinar	Aplicado	Canadá	Ciencias sociales
190	Isuani, C. S. (2007). Ciudad y gestión de las transformaciones sociales. <i>Revista Urbana</i> , 10(18), 86-97.	Ciudad y gestión de las transformaciones sociales.	http://revistas.usab.edu.ve/index.php/RevistaUrbana/issue/389/34/	2007	Edilio Salas Jaume	1	Sistemas_complexos	Socioecológico		Revista Urbana	Privado	Revista científica	Artículo	Español	Internacional	Interdisciplinar	Aplicado	Chile	Ciencias Ambientales
191	Lantieri-Garcés, V. (2014). Environmental Services: Ethics, ecophilosophy, Human nature rethinking. <i>La Ética, la ecofilosofía y la educación ambiental</i> . <i>Revista de Filosofía, Teoría y Práctica</i> , 1(1), 1-10.	Servicios ambientales: Indicadores de incoherencia de la sustentación.	http://www.fate.org.bo/revista/revista_2014/ethics_nichol.pdf#page=10	2014	Valter Lantieri-Garcés	1	Sistemas_complexos	Servicios_de_los_ecosistemas		WIEEC World Environmental Education Congress Network Edition for 'Ambiente e Educação: School Forum entre Brasil e Itália	Privado	Memoria de evento	Capítulo de Libro	Inglés	Internacional	Interdisciplinar	Aplicado	Marruecos	Ciencias Ambientales
192	Schiffman, M., Buzari, S., Carpenter, S. B., Folke, C., Gross, A. J., Helweg, M., & Walker, B. (2015). Creating a safe operating space for socio-ecosystems. <i>Science</i> , 347(6228), 1317-1319.	La creación de un espacio operativo seguro para los ecosistemas socioeconómicos.	http://www.scribd.com/doc/246135616/37-52-14.pdf	2015	M. Schiffman, S. Buzari, S. B. Carpenter, C. Folke, A. J. Gross, M. Helweg, T. P. Hughes, S. Kasim, L. A. van de Kemp, D.C. Nepold, E. H. van Nes, E. Tejal, Posten and B. Walker	Mar de 3	Resiliencia	Cambio_climatico		SCIENCE - MARCH 2015	Clasifica	Journal	Artículo	Inglés	Internacional	Unidisciplinar	Aplicado	Estados Unidos	Ciencias Ambientales
193	Grand, J., & Froid, A. (2014). La resiliencia. Editorial UOC.	La resiliencia	http://www.uoc.edu/revista/revista_2014/ethics_nichol.pdf#page=10	2014	Jordi Grand & Anna Froid	2	Resiliencia	Social - Antropogénica											
194	De la Paz Eliza, P., Martín, V. R., & García, E. M. (2014). Nuevas tendencias de intervención en Trabajo Social. <i>Arabes: Revista Interdisciplinaria de Trabajo Social y Psicología</i> , 1(5), 225-238.	Nuevas tendencias de intervención en Trabajo Social	http://dx.doi.org/10.5209/rev/Arabes/201405.225-238	2014	Eliza de la Paz Eliza, Vicenta Rodríguez Martín y Esther Martínez Oro	3	Social_Antropogénica	Demografía											
195	Herrera, G., & Rodríguez, G. (2014). De la Vulnerabilidad a la Resiliencia: Análisis de Origen Natural y Gestión de Riesgos en el Ecuador. <i>Revista de Geografía</i> , 1(2), 201-211.	De la Vulnerabilidad a la Resiliencia. Cap. 11	http://www.scribd.com/doc/246135616/37-52-14.pdf	2014	Giovanni Herrera, Gonzalo Rodríguez	2	Vulnerabilidad	Resiliencia		Academia de origen natural y Gestión de riesgos de Ecuador	Universitaria	Libro	Capítulo de Libro	Español	Internacional	Interdisciplinar	Aplicado	Ecuador	Ciencias sociales
196	Ruiz Rivera, N. (2012). La definición y medición de la vulnerabilidad social. <i>Un enfoque innovador. Investigaciones geográficas</i> , 67(1), 63-74.	La definición y medición de la vulnerabilidad social. Un enfoque innovador.	http://www.scribd.com/doc/246135616/37-52-14.pdf	2012	Nestheri Ruiz Rivera	1	Vulnerabilidad	Social - Antropogénica		Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM	Universitaria	Revista científica	Artículo	Español	Internacional	Unidisciplinar	Aplicado	México	Ciencias de la tierra
197	Marcin, M. D. F., & Orejuela, J. J. (2014). The neurobiological and psychosocial consequences of a treatment against SPMs addition: an experimental study in rats. <i>Acta Psychologica</i> , 152, 151-172.	Las consecuencias neurobiológicas y psicopatológicas como resultado de la adicción a SPA, una aproximación a un estado del arte.	http://www.scribd.com/doc/246135616/37-52-14.pdf	2014	Maria del Pilar Marcin, Johnny Javier Orejuela	2	Social_Antropogénica	Demografía											
198	Martinez, G. A. A. (2014). Teoría fundamentada en los datos: un ejemplo de investigación cualitativa aplicada a una experiencia educativa virtualizada en el área de matemática. <i>Revista de Investigación Educativa</i> , 1(1), 1-10.	Teoría fundamentada en los datos: un ejemplo de investigación cualitativa aplicada a una experiencia educativa virtualizada en el área de matemática.	http://www.scribd.com/doc/246135616/37-52-14.pdf	2014	Araúl Martínez, Guillermo Antonio	1	Social_Antropogénica	Demografía		TEORIA FUNDAMENTADA									
199	Beltrán, J. E. P., Rojas, P. L. V., & Caballero, D. A. R. (2015). Teoría fundamentada y sus implicaciones en investigación educativa: el caso de Años. <i>Revista de Investigaciones UNAD</i> , 13(1), 23-39.	Teoría fundamentada y sus implicaciones en investigación educativa: el caso de Años.	http://www.scribd.com/doc/246135616/37-52-14.pdf	2015	José Eduardo Padilla Beltrán, Paula Lissette Vega Rojas, Diego Armando Rincón Caballero	3	Social_Antropogénica	Demografía		TEORIA FUNDAMENTADA									
200	Araúl, G. (2014). Teoría fundamentada en los datos: un ejemplo de investigación cualitativa aplicada a una experiencia educativa virtualizada en el área de matemática.	Teoría fundamentada en los datos: un ejemplo de investigación cualitativa aplicada a una experiencia educativa virtualizada en el área de matemática.	http://www.scribd.com/doc/246135616/37-52-14.pdf	2014	Araúl Martínez, Guillermo Antonio	1	Social_Antropogénica	Demografía		TEORIA FUNDAMENTADA									
201	Grand, J. (2014). Abstracción de la Investigación Cualitativa a través de la Teoría Fundamentada en los Datos.	Abstracción de la Investigación Cualitativa a través de la Teoría Fundamentada en los Datos.	http://www.scribd.com/doc/246135616/37-52-14.pdf	2014	Mariela Granda Pinto	1	Social_Antropogénica	Demografía		TEORIA FUNDAMENTADA									
202	Santalla, C. M. (2015). Estrategias para resistir a la crisis de confianza en la investigación cualitativa actual. <i>Educación XXI</i> .	Estrategias para resistir a la crisis de confianza en la investigación cualitativa actual.	http://www.scribd.com/doc/246135616/37-52-14.pdf	2015		1	Social_Antropogénica	Demografía		TEORIA FUNDAMENTADA									
203	Carro, R. H. (2014). La investigación cualitativa a través de entrevistas: Se analiza mediante la teoría fundamentada. <i>Comunicación pedagógica: Revista de ciencias de la educación</i> , 23(2), 187-210.	La investigación cualitativa a través de entrevistas: Se analiza mediante la teoría fundamentada.	http://www.scribd.com/doc/246135616/37-52-14.pdf	2014		1	Social_Antropogénica	Demografía		TEORIA FUNDAMENTADA									
204	Urbán, T. O., Montenegro, M., Torres, D. V., Paz, A., Gallego, F., Solís, N., & Mesa, M. (2015). Estudios transdisciplinarios en socio-ecosistemas: Reflexiones teóricas y aplicaciones en contextos latinoamericanos. <i>Investigación ambiental Ciencia y política pública</i> , 6(2).	Estudios transdisciplinarios en socio-ecosistemas: Reflexiones teóricas y aplicaciones en contextos latinoamericanos.	http://www.scribd.com/doc/246135616/37-52-14.pdf	2015	Estimela Urbán Urbán, María E. Montenegro, Daniel Villaverde Torres, Alejandra Paz	Mar de 3	Sistema social	Otro		Investigación ambiental 6 (2) + 2014	Privado	Revista científica	Artículo	Español	Internacional	Unidisciplinar	Básica	Colombia	Ciencias sociales
205	Rodríguez, A., Jiménez Pérez, E., González Tagle, J., Treviño-García, M. A., Aguero Calderón, E. J., Yamallit, O. A., & Méndez-Balboa, J. M. (2014). Efecto de los incendios en la estructura del subbosque de un ecosistema templado. <i>Revista mexicana de ciencias forestales</i> , 5(2), 34-45.	Efecto de los incendios en la estructura del subbosque de un ecosistema templado.	http://www.scribd.com/doc/246135616/37-52-14.pdf	2014	Alonso Rodríguez, E. Jiménez Pérez, J. González Tagle, M. A. Treviño-García, E. J. Aguero Calderón, O. A. Yamallit, V. & Méndez-Balboa, J. M.	Mar de 3	Función_de_los_ecosistemas	Capital natural		Rev. Mex. Cien. For. Vol. 5 Núm. 22	Universitaria	Revista científica	Artículo	Español	Internacional	Unidisciplinar	Básica	México	Ciencias Ambientales
206	Ok, G., Guzman, D., McKey, J., & Knudsen, G. M. (2015). Ecological functions of natural forest bar, the Trinity River, California. <i>Ecological Engineering</i> , 85, 49-60.	Funciones ecológicas de los bosques de roble nativos, del río Trinity, California.	http://www.scribd.com/doc/246135616/37-52-14.pdf	2015	Elysiang Okka, Daniel Guzman, Anne McKey, G. Matthew Knudsen	Mar de 3	Función_de_los_ecosistemas	Función_de_producción		Ecological Engineering	Clasifica	Journal	Artículo	Español	Internacional	Interdisciplinar	Aplicado	Reino Unido	Ciencias Ambientales
207	Valladares, F., Paredes, J. A., & Luis Calabuig, E. (2005). Impactos sobre los ecosistemas terrestres. Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático, 65-112.	IMPACTOS SOBRE LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES	http://www.scribd.com/doc/246135616/37-52-14.pdf	2005	Fernando Valladares, José Paredes y Estanislao de Luis Calabuig	3	Sistemas_complexos	Adaptativos			Privado	Revista científica	Artículo	Español	Internacional	Unidisciplinar	Aplicado	España	Ciencias Ambientales
208	Monzó, C. (2007). Del desarrollo sostenible a los servicios de los ecosistemas. <i>Revista Ecuatoriana de Ecología</i> , 16(3).	Del desarrollo sostenible a los servicios de los ecosistemas.	http://www.scribd.com/doc/246135616/37-52-14.pdf	2007	Carla María Monzó del	1	Sostenibilidad	Servicios_de_los_ecosistemas		Ecosistemas	Clasifica	Revista científica	Artículo	Español	Internacional	Interdisciplinar	Aplicado	España	Ciencias Ambientales
209	Sanders, D., Liang, J., & Frost, W. (2015). Exploring the role and importance of post-disaster events in rural communities. <i>Journal of Rural Studies</i> , 41, 42-50.	Explorando el papel e importancia de los acontecimientos posteriores a los desastres en las comunidades rurales.	http://www.scribd.com/doc/246135616/37-52-14.pdf	2015	Dale Sanders, Jennifer Liang, Warwick Frost	2015	Perturbación	Social - Antropogénica		Journal of Rural Studies	Clasifica	Journal	Artículo	Español	Internacional	Unidisciplinar	Aplicado	Reino Unido	Ciencias sociales

210	Bruner, E., Carpena, X. R., Gordon, L. J., Ramakrishna, N., Bahamón, P., Campbell, R., & Sparrow, M. (2014). Toward a more resilient agriculture. <i>Solutions</i> , 5, 68-78.	Baso una agricultura más resiliente	http://www.theurbanlab.com/wp-content/uploads/2014/06/68-78.pdf	2014	Blair Bruner, M. Cameron, L.J. Gordon, N. Ramakrishna, P. Bahamón, B. Campbell, W. Grant, J. Foley, C. Folgar, L. Karling, L. Liu, H. Lott, Campos, ND Mueller, DP Peters, S. Polinsky, J. Rockmore, B. Siskin, M. Sparrow	Mar de 3	Resiliencia	Especial_c/consable	Soluciones	Privado	Revista científica	Artículo		Ingles	Internacional	Unidisciplinar	Aplicado	Estados Unidos	Ciencias Ambientales	
211	Olivero, R. C., Linberg, K., Liu, K. K., Ennis, K. C., Thomas, H., Kean, H., & Swaney, D. P. (2013). Living on the Margin in the Anthropocene: engagement among the sustainability research and action in the ocean-land interface. <i>Current Opinion in Environmental Sustainability</i>	Vivir al margen en el Antropoceno: actúan de compromiso en la interacción y la acción de sostenibilidad en la interfase océano-terrestre	http://dx.doi.org/10.1016/j.coes.2013.11.005	2013	R.C. Olivero, K. Linberg, R.K. Liu, K.C. Ennis, H. Thomas, H. Kean, B. Aron, J. Zhang, M.P. Mullanbald, M. Ghaur and D.P. Swaney	Mar de 3	Sistema social	Resiliencia	ScienceDirect	Científica	Journal	Artículo	Editor	Ingles	Internacional	Multidisciplinar	Aplicado	Reino Unido	Ciencias sociales	
212	Montes, C. & Gutiérrez, M. D. (2015). Ciudades resilientes en el antropoceno: mito o realidad. Ciudad y territorio. Estudios territoriales, 18(1), 9-22.	Ciudades resilientes en el antropoceno: mito o realidad	https://doi.org/10.1080/00141801.2015.1055511	2015	Carla Montes & Marina Duque Gutiérrez			Resiliencia	Libros	CIUDAD Y TERRITORIO ESTUDIOS TERRITORIALES	Oficial	Revista científica	Artículo		Español	Internacional	Multidisciplinar	Aplicado	España	Ciencias sociales
213	Paig, H. & Bastien, J. (2015). Proceso de Sellado de Ventanas de "de Ramblers" y Restauración Paisajística de su entorno, en el Término Municipal de Añón (Navarra Occidental)	Proceso de Sellado de Ventanas de "de Ramblers" y Restauración Paisajística de su entorno, en el Término Municipal de Añón (Navarra Occidental)	https://www.rii.es/revista/ver/107415211	2015			2	Gestión_de_ayellas	Equipos_de_Operación											
214	MARTIMORANT, BORJA (2014). El paisaje reconstruido desde los bosques: regeneración paisajística y ambiental de antiguos vertederos. Añón, un caso especialmente relevante.	El paisaje reconstruido desde los bosques: regeneración paisajística y ambiental de antiguos vertederos. Añón, un caso especialmente relevante	https://doi.org/10.1016/j.ecocon.2014.10.005	2014	BORJA MARTIMORANT		1	Restauración	Ecológica		Universitaria	Repositorio	Tesis de Maestría		Español	Internacional	Unidisciplinar	Básica	España	Ciencias sociales
215	Martinez Marin, M., & Cuenca Marcos, I. (2014). Vertederos de RSU en aprovechamiento energético del biogás en la provincia de Avilá.	Vertederos de RSU en aprovechamiento energético del biogás en la provincia de Avilá	https://doi.org/10.1016/j.ecocon.2014.10.005	2014	Mario Martinez Marin Inma Cuenca Marcos		2	Gestión_de_ayellas	Cooperación_Social		Universitaria	Repositorio	Tesis de Maestría		Español	Internacional	Unidisciplinar	Básica	España	Ciencias Ambientales
216	Ventosa, I. P., Fari, M. C., & San, M. J. (2014). Minería urbana: recuperación de recursos de los vertederos. Seguridad y medio ambiente, 13(4), 44-57.	MINERÍA URBANA	https://doi.org/10.1016/j.ecocon.2014.10.005	2014	IKENSI PUGI VENTOSA, MARIA CALAF FORN, MARIA FORA SORIA		3	Gestión_de_Residuos	Minería de vertederos			Revista científica	Artículo		Español	Internacional	Unidisciplinar	Aplicado	España	Ciencias Ambientales
217	Castellón, C., Bulla, M.A. (2011). Gestión finalización de plantas con potencial uso para la restauración en bordes de avance de un bosque.	BORROS FUNICIONALES DE PLANTAS CON POTENCIAL USO PARA LA RESTAURACIÓN EN BORDES DE AVANCE DE UN BOSQUE ALTOANDINO	http://www.sciedo.org/cup/abstract/1161412.pdf	2011	CAROLINA CASTELLANOS CASTRO, MARIA ARGENTI BOLLER		2	Restauración	Ecológica	Acta Ind. Colomb., Vol. 16 N° 1, 2011	Privado	Journal	Artículo		Español	Nacional	Multidisciplinar	Aplicado	Colombia	Ciencias Ambientales
218	Ministerio del Medio Ambiente. (2002). Guía Ambiental: Reflejos Ambientales en Noviembre de 2014. http://www.coordina.gob.es/SRAM/vertidos/temas/temas/ReflejosAmbientales2014.pdf	Guía ambiental para reflejos sanitarios	http://www.coordina.gob.es/SRAM/vertidos/temas/temas/ReflejosAmbientales2014.pdf	2014	Ministerio del Medio Ambiente		1	Gestión_de_ayellas	Gobernativa			Informe	Ley o Norma Oficial		Español	Nacional	Multidisciplinar	Aplicado	Colombia	Ciencias Ambientales
219	Vargas O' Reyes S (2011) La restauración ecológica en la práctica: Memoria del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica	Cap 1. LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA PRÁCTICA	http://www.cervec.org.co/revistas/revistas/revistas/46/Revista%20Restauracion.pdf	2011	Oslando Vargas Ruiz y Sandra Paula Reyes B.		2	Restauración	Ecológica	Memoria del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica	Universitaria	Memoria de evento	Capítulo de Libro		Español	Nacional	Multidisciplinar	Aplicado	Colombia	Ciencias Ambientales
220	Ministerio del Medio Ambiente. (2012). Plan nacional de restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas distribuidas.	Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas distribuidas	http://www.mma.gov.co/revistas/revistas/revistas/46/Revista%20Restauracion.pdf	2012	Ministerio del Medio Ambiente		1	Restauración	Gobernativa			Informe Técnico	Libro		Español	Nacional	Multidisciplinar	Aplicado	Colombia	Ciencias Ambientales
221	REB Society for Ecological Restoration (2011). Memoria del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica	LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA PRÁCTICA	http://www.cervec.org.co/revistas/revistas/revistas/46/Revista%20Restauracion.pdf	2011			1	Restauración	Ecológica			Memoria de evento	Artículo		Español	Nacional	Multidisciplinar	Aplicado	Colombia	Ciencias Ambientales
222	Lindig (2011) La restauración ecológica como una construcción social	Cap 2. LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA PRÁCTICA	http://www.cervec.org.co/revistas/revistas/revistas/46/Revista%20Restauracion.pdf	2011	Roberto Lindig Cisneros		1	Restauración	Ecológica		Universitaria	Memoria de evento	Capítulo de Libro		Español	Nacional	Multidisciplinar	Aplicado	Colombia	Ciencias Ambientales
223	Rojas (2011) Síntesis sintopos de restauración para promover la conectividad ecológica	Cap 2. SÍNTESIS SÍMPOSO RESTAURACIÓN PARA PROMOVER LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA	http://www.cervec.org.co/revistas/revistas/revistas/46/Revista%20Restauracion.pdf	2011	Bojao O.		1	Restauración	Ecológica		Universitaria	Memoria de evento	Capítulo de Libro		Español	Nacional	Multidisciplinar	Aplicado	Colombia	Ciencias Ambientales
224	Colomer F, Gallardo A.(2007). Identificación de peligros asociados a un vertedero controlado	Accidentes relacionados	http://www.ecocon.com/revistas/revistas/revistas/46/Revista%20Restauracion.pdf	2014	Francisco J. Colomer Mendrea, Antonio Gallardo Inguero		2	Gestión_de_ayellas	Impacto_ambiental		Privado	Revista científica	Artículo		Español	Internacional	Multidisciplinar	Aplicado	España	Ciencias Ambientales
225	Epifanio, R., Palma, J., Sando, M. y Obana, A. (2015). Recuperación de áreas urbanas como vertederos controlados de RSU. Experiencias y propuestas.	Recuperación de áreas urbanas como vertederos controlados de RSU. Experiencias y propuestas.	http://www.bvsip.mma.gov.co/revistas/revistas/revistas/46/Revista%20Restauracion.pdf	2015	Epifanio A. Ruiz, Palmo G. Juan, Sando M. Marcel, Obana C. J. A.		3	Restauración	Ecológica	CEPS Tesis completas	Privado	Revista científica	Artículo		Español	Internacional	Multidisciplinar	Aplicado	Estados Unidos	Ciencias Ambientales
226	Vaquero Etxebarri, D. E., Bermejo Sánchez, E. R., & Sarrateo Ramos, J. (2014). Percepción y manejo de residuos sólidos en universidades. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión 2013	Percepción y manejo de residuos sólidos en universidades. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión 2013	http://www.rii.es/revista/ver/107415211	2014	Vaquero Etxebarri, Darío Estanislao Bermejo Sánchez, Prady Bepiani Sarrateo Ramos, Juan		3	Gestión_de_Residuos	Manejo_integrado		Universitaria	Repositorio	Artículo		Español	Internacional	Multidisciplinar	Básica	Perú	Ciencias Ambientales
227	INSTRUMENTACIÓN ESPECIAL EN SERVICIOS PÚBLICOS (2012). Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios generados en la ciudad de Bogotá D.C.	Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios generados en la ciudad de Bogotá D.C.	http://www.rii.es/revista/ver/107415211	2012	IAISP		1	Gestión_de_Residuos	Manejo_integrado		Oficial	Informe	Informe Técnico		Español	Nacional	Unidisciplinar	Aplicado	Colombia	Ciencias Ambientales
228	Asesoría GIRA - Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico - CRA - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial República de Colombia.	Análisis de la producción de residuos sólidos de pasajeros y grandes productos, determinación de factores de producción de residuos sólidos de los usuarios residenciales, revisión de la regulación vigente y estudio de costos asociados a la realización de áreas de residuos sólidos en Colombia.	http://www.rii.es/revista/ver/107415211	2012	GIOVANNI ARBETTA BERNATE		3	Gestión_de_Residuos	Formas_de_disposición		Oficial	Informe	Informe Técnico		Español	Nacional	Unidisciplinar	Aplicado	Colombia	Ciencias Ambientales
229	SIDA. Secretaría Distrital del Ambiente. Alcaldía de Bogotá (2013). Resolución 1115. Por medio de la cual se adopta el Instrumento técnico ambiental para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el Distrito Capital.	Por medio de la cual se adopta los Instrumentos técnico ambiental para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el distrito capital	http://www.rii.es/revista/ver/107415211	2012	SIDA		1	Función_de_los_convenciones	Capital natural		Oficial	Informe	Informe Técnico		Español	Internacional	Multidisciplinar	Aplicado	Colombia	Ciencias Ambientales
230	ESFPA (2015). BCRA Reduciendo el Riesgo de Residuos	BCRA Reduciendo el Riesgo de Residuos	http://www.rii.es/revista/ver/107415211	2015	BCRA		1	Gestión_de_Residuos	Salud Ambiental		Oficial	Informe	Informe Técnico		Español	Internacional	Unidisciplinar	Aplicado	Estados Unidos	Ciencias Ambientales
231	CEPS (2014). Guía para la definición y clasificación de residuos peligrosos	Guía para la definición y clasificación de residuos peligrosos	http://www.rii.es/revista/ver/107415211	2014	CEPS		1	Gestión_de_Residuos	Salud Ambiental		Oficial	Norma	Informe Técnico		Español	Internacional	Multidisciplinar	Aplicado	Estados Unidos	Ciencias Ambientales
232	Guggiero E, Oudizor M (2013). Gestión integral de Residuos Sólidos Urbanos	Gestión integral de Residuos Sólidos Urbanos	http://www.rii.es/revista/ver/107415211	2013	Ehs Guggiero y Marcelo Oudizor		2	Gestión_de_Residuos	Manejo_integrado			Memoria de evento	Capítulo de Libro		Español	Internacional	Multidisciplinar	Aplicado	Argentina	Ciencias Ambientales
233	ICBP (2014). Plan de gestión integral de residuos sólidos regional Ameca.	Plan de gestión integral de residuos sólidos regional Ameca.	http://www.rii.es/revista/ver/107415211	2014			1	Gestión_de_Residuos	Manejo_integrado		Oficial	Informe	Informe Técnico		Español	Nacional	Unidisciplinar	Básica	Colombia	Ciencias Ambientales
234	Alcalde de Envigado (2011). Guía para el adecuado manejo de residuos sólidos y peligrosos	Guía para el adecuado manejo de residuos sólidos y peligrosos	http://www.rii.es/revista/ver/107415211	2011			1	Gestión_de_Residuos	Salud Ambiental		Oficial	Revista científica	Informe Técnico		Español	Nacional	Multidisciplinar	Aplicado	Colombia	Ciencias Ambientales
235	Pelton A, Lopez M, Espinosa MC y Gonzalez O (2015). Propuesta para tratamiento de lixiviados en un vertedero de residuos sólidos urbanos	Propuesta para tratamiento de lixiviados en un vertedero de residuos sólidos urbanos	http://www.rii.es/revista/ver/107415211	2015	Alicia Pelton Arechaga, María Luján Torres, María del Carmen Espinosa Urbina, Octavio González Díaz		3	Gestión_de_ayellas	Contaminación		Privado	Revista científica	Artículo		Español	Internacional	Multidisciplinar	Aplicado	Chile	Ciencia de la Ingeniería
236	Kovak, J., Svoboda, N., & Elend, M. (2012). Landfill mining: a critical review of WHO/UNEP research. Waste management, 32(3), 515-528.	Minería Vertederos una revisión crítica de dos décadas de investigación	http://www.rii.es/revista/ver/107415211	2012	Justin Kovak, Niclas Svoboda, Mark Elend		3	Gestión_de_ayellas	Minería de vertederos	WASTE MANAGEMENT - NOVEMBER 2011	Científica	Journal	Artículo		Ingles	Internacional	Multidisciplinar	Aplicado	India	Ciencias Ambientales
237	Van der Zee, D. J., Achterkamp, M. C., & De Vries, B. J. (2006). Assessing the market opportunities of landfill mining. Waste management, 26(8), 796-804.	La evaluación de las oportunidades de mercado de minería vertederos	http://www.rii.es/revista/ver/107415211	2012	D.J. van der Zee, M.C. Achterkamp and B.J. de Vries		3	Gestión_de_ayellas	Minería de vertederos		Privado	Libro	Capítulo de Libro		Ingles	Internacional	Multidisciplinar	Aplicado	Países Bajos	Ciencias Ambientales
238	Haglund, W., Margaus, M., & Nimmernann, S. (2004). Landfill mining as waste characterization: a strategy for remediation of contaminated areas. Journal of material Cycle and Waste management, 6(2), 119-124.	La minería de vertederos y caracterización de los residuos: una estrategia para la remediación de áreas contaminadas	http://www.rii.es/revista/ver/107415211	2012	William Haglund, Marcia Margaus, Sven Nimmernann		3	Gestión_de_ayellas	Minería de vertederos	Journal of Material Cycle and Waste Management	Científica	Journal	Artículo	Springer	Ingles	Internacional	Multidisciplinar	Aplicado	Países Bajos	Ciencias Ambientales
239	Jones, P. T., Grayson, D., Tideman, Y., Van Paemel, S., Piatkowski, Y., Blangsted, R., & Horskin, N. (2013). Enhanced Landfill Mining in view of multiple resource recovery: a critical review. Journal of Cleaner Production, 55, 48-55.	Méjora en la Minería Vertederos visto de la recuperación de recursos múltiples una revisión crítica	http://www.rii.es/revista/ver/107415211	2013	Peter Tom Jones, Daniel Grayson, Yvonne Tideman, Steven Van Paemel, Yvonne Piatkowski, Mark Blangsted, Meike Quastbein, Hans Horskin		3	Gestión_de_ayellas	Minería de vertederos	Journal of Cleaner Production	Científica	Journal	Artículo	Elsevier	Ingles	Internacional	Multidisciplinar	Aplicado	Estados Unidos	Ciencias Ambientales
240	Bromans, A., Vandreyck, J., Grayson, D., & Hehen, L. (2013). The critical role of Waste-to-Energy technologies in enhanced landfill mining: a technology review. Journal of Cleaner Production, 55, 10-23.	El papel crucial de las tecnologías de conversión de residuos en energía en una minería de vertederos: una revisión de tecnología	http://www.rii.es/revista/ver/107415211	2013	A. Bromans, J. Vandreyck, D. Grayson, L. Hehen		3	Gestión_de_ayellas	Minería de vertederos	Journal of Cleaner Production	Científica	Journal	Artículo	Elsevier	Ingles	Internacional	Multidisciplinar	Aplicado	Países Bajos	Ciencias Ambientales
241	Barvaj, G. M., Oudizor, C. C., & Von Stern, R. L. (1995). Landfill mining post and present. Waste management, 15(2), 10-23.	Minería Vertederos pasado y presente	http://www.rii.es/revista/ver/107415211	2012			3	Gestión_de_ayellas	Minería de vertederos		Científica	Revista científica	Artículo		Ingles	Internacional	Multidisciplinar	Aplicado	Estados Unidos	Ciencias Ambientales
242	Gutierrez Z, Tanco G y Kaulsky Y (2014). Landfill Mining: An enterprise review on past and state-of-the-art applications.	Minería de Vertederos Una revisión crítica sobre las aplicaciones de estado de la técnica del arte en las aplicaciones de la técnica	http://www.rii.es/revista/ver/107415211	2014	Zoe Gutierrez, Georgina Tanco, and Yannis Kaulsky		3	Gestión_de_ayellas	Minería de vertederos		Privado	Revista científica	Artículo		Ingles	Internacional	Unidisciplinar	Aplicado	Estados Unidos	Ciencias Ambientales
243	Kovak, J., Svoboda, N., & Elend, M. (2010). Landfill mining: a critical review of THREE decades of research	MINERÍA DE VERTEDEROS: UNA REVISIÓN DE TRES DÉCADAS DE INVESTIGACIÓN	http://www.rii.es/revista/ver/107415211	2010	Justin Kovak, Niclas Svoboda, Mark Elend, Nils Johannes Van Paemel		3	Gestión_de_ayellas	Minería de vertederos	WASTE MANAGEMENT - NOVEMBER 2011	Privado	Memoria de evento	Capítulo de Libro	Learning Collaboration & Knowledge for Sustainable Innovation	Ingles	Internacional	Multidisciplinar	Aplicado	Países Bajos	Ciencias Ambientales

