

Aplicación de la metodología criterios relevantes integrados para la adecuada gestión geoambiental del vertedero de la localidad de Katenguenha, Angola

Juelmo Manuel Gola Cahimba. jmgcahimba@gmail.com

Licenciado en Geografía, Máster en Geología. ISMMM

Mayda Ulloa Carcassés. mulloac@ismm.edu.cu

Doctora en Ciencias Económicas. Profesora Titular, Departamento de Minas. ISMMM

Inocêncio Bau Satula. ibau@ismm.edu.cu

Licenciado en Geografía. Universidad Agostinho Neto

Resumen

La presente investigación se realizó con el objetivo de identificar y evaluar mediante la metodología de criterios relevantes integrados (CRI) los impactos ambientales producidos por la deposición de residuos sólidos en tiraderos a cielo abierto en la localidad angolana de Katenguenha-Huambo de manera que la aplicación de la metodología contribuya a la gestión del desarrollo local de esta localidad. Los valores de los indicadores que utiliza esta metodología se determinan según el criterio de expertos y permiten calcular el valor del impacto ambiental (VIA)

el cual clasifica los impactos en cuatro categorías en función de las cuales se establecen las medidas ambientales de prevención, mitigación o corrección para la adecuada gestión del mismo. Se utilizan valores entre 1 y 10. Como resultado del trabajo, se obtuvo que el vertedero estudiado produce impactos sobre el aire, el suelo, la vegetación, la fauna, el paisaje y el medio social de categoría II, con un nivel de ocurrencia alto y necesidad de monitoreo y seguimiento, mientras que sobre las aguas superficiales es de categoría III, con nivel de ocurrencia moderado. Se proponen medidas para incentivar

a la comunidad a lograr una cultura del reciclaje y el tratamiento de residuos sólidos, que además de generar beneficios económicos, minimice los impactos ambientales.

Palabras claves: Criterios Relevantes Integrados; Impacto Ambiental; Deposición de Residuos Sólidos; Gestión del desarrollo local.

Abstract

This research was conducted with the purpose of identifying and evaluating through the methodology of relevant integrated criteria (CRI) the environmental impacts produced by the deposition of solid waste in open-cast junkyards in the Angolan town of Katenguenha-Huambo so the application of the methodology contributes to the management of local development. The values of the indicators used by this methodology are determined according to experts criteria and are used to calculate the value of

environmental impact (VIA), which classifies the impacts into four categories based on which the environmental measures of prevention, mitigation or correction for the proper management thereof. Values between 1 and 10 are used. As a result of the work, it was obtained that the landfill studied produces impacts on the air, soil, vegetation, fauna, landscape and the social environment of category II, with a high level of occurrence and need for monitoring and follow-up, while on the superficial waters its a category III, with level of moderate occurrence. Measures are proposed to encourage the community to achieve a culture of recycling and treatment of solid waste, which in addition to generating economic benefits, minimizes environmental impacts.

Key words: relevant integrated criteria; environmental impact; deposition of solid waste; management of local development.

Introducción

En la actualidad la generación y la deposición final de los residuos sólidos urbanos en tiraderos a cielo abierto, constituye un problema complejo y peligroso, para la población del planeta, debido a la sobrepoblación, las actividades humanas modernas y el consumismo. Debido al ineficiente manejo que se hace con los residuos sólidos, se originan enfermedades que afectan a las personas, a los animales, la contaminación de los suelos, el aire, y el agua.

Todo lo antes referido, agrava los problemas ambientales ya existentes que se asocian al calentamiento global, la pérdida de los cauces de los ríos, la salubridad, y la contaminación en general, además de provocar conflictos sociales y políticos (Soto e Infante 2016). En este sentido se buscan alternativas que favorezcan la gestión de los residuos sólidos urbanos de forma más compatible con el medio ambiente, como el reciclaje y la reutilización de los residuos, las cuales ofrecen una solución a esta problemática, pues se calcula que el 95% de los residuos sólidos se puede reducir aprovechando estas técnicas (Desafío Ecológico, 2012).

La provincia Huambo no cuenta con sitios que involucren sistemas para el manejo y tratamiento adecuado de residuos sólidos. En esta localidad existen únicamente depósitos a cielo abierto que además, no disponen con el equipamiento necesario para enfrentar estas labores.

Se puede ejercer desde las instituciones educacionales, importantes proyectos de manejo, tratamiento y deposición de los residuos sólidos que involucren a alumnos, docentes y personal de apoyo a tomar una mayor conciencia ante esta problemática (SEMARNAT, 2006).

La Ley constitucional de la República de Angola, en su Artículo 24, plantea que todos los ciudadanos tienen el derecho de vivir en un medio

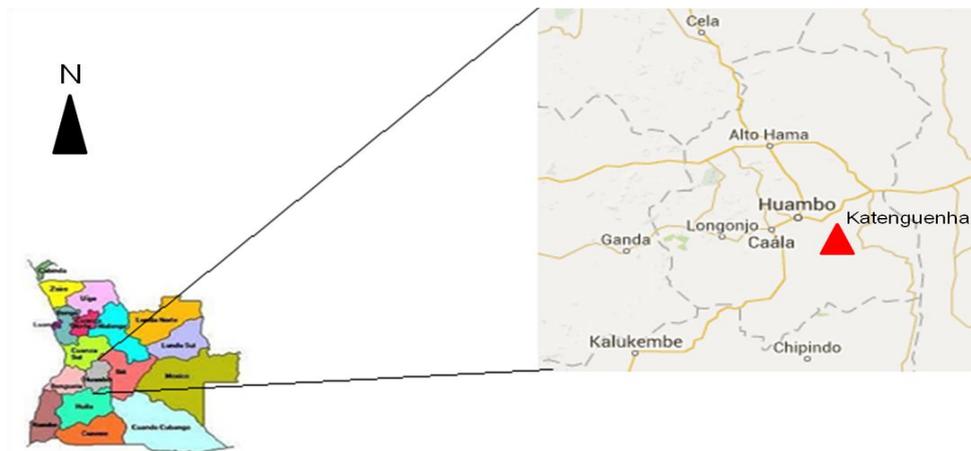
ambiente saludable, y adopta las medidas necesarias para la protección del medio ambiente y de las especies de flora, fauna.

La presente investigación se realiza con el objetivo de identificar y evaluar los impactos ambientales producidos por la deposición de residuos sólidos en la localidad de Katenguenha-Huambo con la aplicación de la metodología CRI para lograr una adecuada gestión del vertedero.

Caracterización del área en estudio

El depósito de residuos sólidos de Katenguenha se ubica en el sector de Gongoinga al extremo sur de municipio de Huambo y cuenta aproximadamente con 3 000 habitantes según censo 2014. Geográficamente se encuentra limitado al norte por el barrio de Santo António y la parte baja del curso del río Kulimahãla, al sur por las aldeas vecinas y el río Kunene, al este con la comuna de Calima y por el río Kuando y al oeste está limitado por el río Kunhongãmua y sus afluentes (Figura 1). La principal fuente de alimentación de estos ríos y arroyos son las aguas subterráneas y las precipitaciones atmosféricas.

Figura 1. Ubicación de Katenguenha.



Geología: debido a la influencia de los ríos que le atraviesan, Katenguenha presenta una geomorfología variada, desde planicie, sierras y cadenas de montaña, planalto y grandes divisorias de cuencas hidrográficas. El área de estudio pertenece a una región donde predomina un terreno montañoso, formado por rocas metamórficas, magmáticas y rocas sedimentares.

Fauna y flora: en el área habitan varias especies de chimpancés, papagayos, gulungo, elefantes, murciélagos, impalas, chitas, hienas, leopardos, pacaças, cocodrilos, jacarés y giboia. Las especies de la flora están representadas por sabanas secas con árboles o arbustos, pinos, cedro, onduco, omanda, omone, omaco, tchandala, eucalipto y variados árboles frutales.

Materiales y métodos

Para el desarrollo de esta investigación se analizaron diferentes métodos y procedimientos, recogidos en la bibliografía y se adoptaron las siguientes etapas metodológicas (Figura 2):

Figura 2. Etapas metodológicas de la investigación.



1. Recopilación, análisis y procesamiento de la información: Esta fase fue instituida a partir de la revisión sobre los antecedentes de la temática en estudio.

2. Trabajo de campo.

2.1. Caracterización del área en estudio y diagnóstico ambiental. Es el análisis del área de estudio desde el punto de vista ambiental.

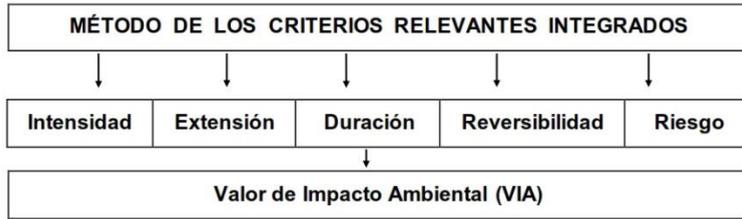
2.2. Identificación de acciones susceptibles a producir impactos. Se definen como las causas que desencadenan los impactos, según la magnitud, cantidad y localización espacial, desde el momento que se producen. Para identificar las acciones capaces de producir impactos sobre los componentes del medio se aplicaran técnicas de consultas de expertos y entrevistas (BID, 1997).

2.3. Identificación de los componentes del medio susceptibles a recibir impactos. La identificación de los componentes ambientales afectados se realizó utilizando las mismas técnicas que en el caso anterior.

3. Identificación y evaluación de impactos. Se identificaron y evaluaron los impactos ambientales aplicando el método Criterios Relevantes Integrados (CRI) de Buroz (1990), porque es un método basado en un análisis multicriterio y permite el estudio pormenorizado de las acciones y la descripción del efecto de cada impacto en el medio en que se manifiesta, para evaluarlo cuantitativamente, así como, la esquematización de los resultados de la EIA.

Este método consiste en asignar valores a los efectos adversos relevantes de acuerdo a los criterios de extensión, intensidad, duración, reversibilidad y riesgo, para de esta manera alcanzar el valor de impacto ambiental por efecto y la jerarquización de los mismos (Figura 3).

Figura 3. Diagrama para determinar el Valor de Impacto Ambiental Fuente: Buroz, (1990).



Para el cálculo del VIA se utilizó la siguiente fórmula:

$$VIA = I \times Wi + E \times We + D \times Wd + Rv \times WRv + Ri \times WRi$$

I - Intensidad; E - Extensión; D - Duración; Rv - Reversibilidad; Ri - Riesgo; Wi=0,3; We=0,2; Wd=0,1; WRv=0,2; WRi=0,2 - Pesos con que se ponderan los indicadores del VIA.

La escala de valores para todos los indicadores está comprendida entre 1 y 10 y el valor de cada uno se determina por criterio de expertos.

Tabla 1. Escala de valoración de indicadores.

Valor	Intensidad	Extensión	Duración	Reversibilidad	Riesgo
6-10	Alta	Generalizada > 75%	Larga (>5años)	Irreversible (baja capacidad o irrecuperable)	Alto >50%
3-5	Media	Local o Extensiva 10% - 75%	Media (2>5 años)	Medianamente reversible de 11 a 20 años, largo plazo	Medio (10 a 50%)
1-2	Baja	Puntual < 10 %	Corta (<2 años)	Reversible (a corto plazo <de 10 años)	Bajo <10%

El VIA permite establecer las categorías de impactos (Tabla 2).

Tabla 2. Jerarquización de los impactos a partir del (VIA).

Categoría	Ocurrencia	Valor de VIA
I	Muy alta	$VIA > 8$
II	Alta	$6 < VIA \leq 8$
III	Moderada	$4 < VIA \leq 6$
IV	Baja	$VIA \leq 4$

1. Propuesta de medidas de mitigación. Se elaboran las medidas ambientales de prevención, mitigación o corrección en función de las categorías asignadas:
 - CATEGORÍA I. Probabilidad de ocurrencia muy alta. $VIA \geq 8$. Máxima atención. Medidas preventivas para evitar su manifestación.
 - CATEGORÍA II. Probabilidad de ocurrencia alta. VIA 6 al 8. Medidas mitigantes o correctivas (preferiblemente estas últimas). Normalmente exigen monitoreo o seguimiento.
 - CATEGORÍA III. Probabilidad de ocurrencia moderada. VIA 4 al 6. Medidas preventivas, que pueden sustituirse por mitigantes, correctivas o compensatorias cuando el impacto se produzca, si aquéllas resultaran costosas.
 - CATEGORÍA IV. Probabilidad de ocurrencia baja o media. $VIA \leq 4$. No se aplican medidas, a menos que se trate de áreas críticas o de medidas muy económicas.

Resultados

Identificación de las acciones y componentes del medio

Se identificaron las principales acciones susceptibles de producir impactos ambientales (Recolección, ineficiente manejo, transportación y deposición), así como los componentes del medio susceptibles de recibirlos en el medio físico, biológico y social (Suelo, aire, agua, flora, fauna y paisaje).

Identificación y evaluación de impactos

Tabla 3. Impactos identificados.

Código	Impactos
Medio Físico	
a) MF-01	Pérdida de la calidad del aire.
b) MF-02	Contaminación de los suelos.
c) MF-03	Contaminación de las aguas superficiales.
d) MF-04	Alteración de la calidad visual.
Medio Biológico	
e) MB-01	Destrucción de la vegetación
f) MB-02	Migración de las especies
Medio Social	
g) MS-01	Aumento de enfermedades.

A continuación se caracterizan los impactos sobre el medio físico.

- a) MF- 01: Pérdida de la calidad del aire.
- Medio Afectado: Aire.
 - Acciones generadoras: Recolección, transportación y deposición.
 - Efectos: La alteración de la calidad del aire por la generación de malos olores y gases, afecta la fauna y la salud del hombre. El polvo y los residuos, levantados por el viento y los materiales arrastrados por posibles escorrentías superficiales, llegan a los terrenos de cultivo y caminos cercanos, interrumpiendo la actividad agrícola y el tránsito vehicular, incrementa el efecto antihigiénico y estético desagradable.
 - Descripción del impacto: Dado la ausencia de condiciones, en la localidad de Katenguenha se ha optado por realizar quemas incontroladas de los residuos, que contribuyen a la difusión de malos olores y deterioro de la calidad de aire y otros (CETAC, 2014).

- Determinación del VIA. Los valores obtenidos de cada indicador se introducen en la fórmula y se ubican en la tabla 4.

$$\text{VIA} = 10 \times 0,3 + 8 \times 0,2 + 9 \times 0,1 + 2 \times 0,2 + 8 \times 0,2 = 7,5$$

Tabla 4. Jerarquización del impacto sobre el Aire.

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Aire	10	8	9	2	8	7,5	II

b) MF - 02. Contaminación de los suelos.

- Medio Afectado: Suelo
- Acciones generadoras: Transportación y deposición fina.
- Efectos: Los efectos de este impacto se agravan cada vez más, dado que en esta localidad no existe sistema de filtros, canales para recolección y sistema de tratamiento de residuos líquidos que se infiltran en el terreno contaminando los suelos y las fuentes de agua subterráneas.
- Descripción del impacto: el suelo del área no cumple con condiciones técnicas para una adecuada deposición de desechos sólidos, debido a que no han sido acondicionada ni construida técnicamente para este fin.
- Determinación del VIA

$$\text{VIA} = 10 \times 0,3 + 8 \times 0,2 + 7 \times 0,1 + 3 \times 0,2 + 5 \times 0,2 = 6,9$$

Tabla 5. Jerarquización del impacto sobre el suelo.

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Suelo	10	8	7	3	5	6.9	II

c) MF - 03. Contaminación de las aguas superficiales.

- Medio Afectado: Aguas superficiales.
- Acciones generadoras: transportación y deposición final.
- Efectos: cerca del área se encuentran varios arroyos. La fuente de contaminación sobre estas aguas está dada por el arrastre de los residuos y la deposición de estos cerca de estos afluentes.
- Descripción del impacto: la deposición inadecuada de residuos sólidos es uno de los principales focos contaminantes de las aguas superficiales. Dado el ineficiente acondicionamiento del sitio, las prácticas de vaciado de los residuos sólidos en la localidad se efectúa sin ningún control manejo y planificación, lo que genera impactos negativos en los diferentes componentes del medio ambiente.
- Determinación del VIA
$$VIA = 3 \times 0,3 + 3 \times 0,2 + 7 \times 0,1 + 1 \times 0,2 + 8 \times 0,2 = 4$$

Tabla 6. Jerarquización del impacto sobre el Agua.

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Aguas Superficiales	3	3	7	1	8	4	III

d) MF- 04: Alteración de la calidad visual.

- Medio Afectado: Paisaje.
- Acciones generadoras: Transportación y deposición final.
- Efectos: esta alteración se evidencia por un panorama desagradable a la vista de quien transita por el lugar, debido a la presencia de residuos sólidos dispuestos en montículos sin control.
- Descripción del impacto: la deposición de desechos sólidos provoca modificaciones en el medio, así como, el deterioro del paisaje.

- Determinación del VIA

$$\text{VIA} = 10 \times 0,3 + 8 \times 0,2 + 8 \times 0,1 + 1 \times 0,2 + 4 \times 0,2 = 6,4$$

Tabla 7. Jerarquización del impacto sobre el Paisaje.

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Paisaje	10	8	8	1	4	6,4	II

e) MB - 01: Destrucción de la vegetación.

- Medio Afectado: Flora.
- Acciones generadoras: transportación y deposición final.
- Efectos: en el sitio se observan especies vegetales que disminuyen por la circulación de los camiones al depositar los residuos.
- Descripción del impacto: la deposición inadecuada de residuos sólidos en el área de estudio constituye un factor fundamental en la destrucción de la vegetación de esta localidad.
- Determinación del VIA

$$\text{VIA} = 8 \times 0,3 + 8 \times 0,2 + 8 \times 0,1 + 4 \times 0,2 + 2 \times 0,2 = 6$$

Tabla 8. Jerarquización del impacto sobre la Flora.

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Flora	8	8	8	4	2	6	II

f) MB-02: Migración de las especies.

- Medio Afectado: Fauna.
- Acciones generadoras: Tráfico de vehículos y deposición final.
- Efectos: dadas las modificaciones en el área de estudio se

incrementaran las migraciones de algunas especies.

- Descripción del impacto: este impacto negativo permite analizar las condiciones de esta etapa operativa en la que está encausado el proyecto, ya que ocurre migración de algunas especies.
- Descripción del impacto: este efecto negativo se presenta durante la etapa operativa debido a que el ruido producido por los vehículos, la transformación de la zona por la acumulación de basura y la aparición de vectores y especies dañinas originan pérdida del hábitat de las originarias de la zona.
- Determinación del VIA

$$\text{VIA} = 8 \times 0,3 + 9 \times 0,2 + 8 \times 0,1 + 1 \times 0,2 + 7 \times 0,2 = 6,6$$

Tabla 9. Jerarquización del impacto sobre la Fauna.

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Fauna	8	9	8	1	7	6,6	II

g) MS - 03: Aumento de enfermedades.

- Medio Afectado: Sociedad
- Acciones generadoras: recolección, transportación y deposición final.
- Efectos: Katenguenha, no dispone de servicio de vigilancia, inspección, puerta en el acceso principal, y cercos perimetrales. No se controla el ingreso de personas, animales grandes, ni vehículos, igualmente es desordenado el vaciado de residuos, causando la proliferación de vectores, insectos como roedores y aves carroñeras, transmisores de enfermedades. Los impactos producidos por la deposición de residuos sólidos y los riesgos a que se somete la población del área, se entrevistaron 170 familias que reportaron haber sufrido las siguientes enfermedades: trastornos oseomusculares reflejados en dolor de cintura, de piernas y de cuello, poliomielitis, gripe y tos, relacionados con el polvo y gases que se producen al depositar los residuos; Síntomas

gastrointestinales, tifo y hepatitis; Problemas de órganos de los sentidos, principalmente los ojos.

- Descripción del impacto: Los agentes etiológicos de enfermedades pueden ser transportados por macro y micro vectores (llevan los microorganismos en las partes externas del cuerpo), tales como: perros, gatos, ratones, gaviotas, mosquitos, bacterias, hongos, moscas, cucarachas, piojos, pulgas, roedores y otros. Igualmente, los microorganismos pueden transmitirse a través de vómitos, heces o líquidos de los mismos. Estos agentes incluyen todos los grupos patógenos como virus, parásitos, poliomielitis, salmonella, estafilococo, amebas, tifo, fiebre recurrente, cólera y otros (Dianelys 2011).

- Determinación del VIA

$$VIA = 10 \times 0,3 + 5 \times 0,2 + 9 \times 0,1 + 2 \times 0,2 + 7 \times 0,2 = 6.7$$

Tabla10. Jerarquización del impacto sobre la sociedad y economía.

Medio Afectado	I	E	D	Rv	Ri	VIA	Categoría
Sociedad	10	5	9	2	7	6,7	II

Evaluación final de los impactos sobre cada medio afectado

- Medio afectado: aire.

Se clasifica como de Categoría II, la probabilidad de ocurrencia es alta, con VIA entre 6 al 8. Se recomienda medidas correctoras como: Cierre del depósito; Construcción de un relleno sanitario conforme a las normas de manejo ambiental establecido por ley; Instalación de barreras rompe vientos y cubrimiento con lonas los residuos a transportar.

- Medio afectado: suelo.

Se considera de Categoría II, y el mismo posee una probabilidad de ocurrencia alta, con VIA entre 6 al 8. Se recomiendan: Compactación

final del suelo y de los residuos sólidos, para reacondicionar el terreno de acuerdo a las características topográficas, se deberá suavizar pendientes, rellenar depresiones y nivelar el terreno con tierra de similares características que la del entorno.

- Medio afectado: agua.

Se describe como de Categoría III, probabilidad de ocurrencia es moderada, con VIA entre 4 al 6. Como parte de las medidas se recomienda: recuperar y reestructurar el depósito de acuerdo un relleno sanitario; Mantener los depósitos de residuos sólidos distantes de los cauces de los ríos; Tratar el vertido de los residuos en un lugar técnicamente seleccionado de acorde con la protección de las aguas y del suelo, diseñado conforme a las medidas de manejo ambiental establecidas según la ley; Construcción de drenajes perimetrales, un sistema captación de lixiviados tales como: drenes captadores.

- Medio afectado: flora.

Se reconoce como de Categoría II, con una probabilidad de ocurrencia alta, con valores de VIA entre 6 al 8. Se establecen como medidas: efectuar el vaciado de tierra para cubrir los residuos permitiendo la estabilización del suelo y facilitar la revegetación natural.

- Medio afectado: fauna.

Se clasifica como de Categoría II, la probabilidad de ocurrencia es alta, con VIA entre 6 al 8. Se recomienda como medida: insertar especies endémicas en la zona pos cierre del depósito.

- Medio afectado: paisaje.

Se apunta como de Categoría II, la probabilidad de ocurrencia es moderada, con VIA entre 6 al 8. Se recomienda medidas correctivas tales como: instalación de valla informativa sobre la vía de acceso, en la parte alta y baja, entrada y salida del sitio, para informar los riesgos que implica la inadecuada deposición de residuos sólidos; Servicio de vigilancia y cierre del lugar: se debe construir una cerca con malla sobre el borde de la vía para evitar que vehículos depositen los

residuos desordenadamente, y por su accesibilidad, debe disponer de un servicio de guardia para control la entrada y salida de personas y animales; Realizar la compactación de los residuos a través de capas.

- Medio afectado: sociedad.

Se clasifica como de Categoría II, la probabilidad de ocurrencia es alta, con VIA entre 6 al 8. Se recomienda tomar medidas mitigantes y correctivas: Erradicación de vectores, roedores y plagas, a partir de fumigaciones periódicas; Realizar chequeos médicos con frecuencia a la población cercana al depósito; Educación ambiental: Se debe educar e incentivar a la comunidad a través de campañas de sensibilización para desarrollar una cultura del reciclaje, y el tratamiento de residuos sólidos, que además de generar beneficios económicos, minimicen los impactos causados a la población y al medio ambiente.

Conclusión

1. Se identificaron los principales impactos ambientales que se producen durante la deposición de residuos sólidos en la localidad, a partir de considerar las principales acciones susceptibles de producir dichos impactos (consumismo, recolección, transportación y deposición final de los mismos) y su interacción con los componentes del medio (Suelo, aire, agua, flora, fauna y paisaje). Estas acciones afectan en mayor o menor medida todos los componentes del medio, lo que no contribuye para el desarrollo local.
2. La aplicación del método CRI permitió identificar y valorar los impactos ambientales producto de la gestión incorrecta del vertedero de residuos sólidos de la ciudad de Katenguenha.
3. Los impactos del MF, MB y MS poseen un VIA de 6 al 8, se evalúan como categoría II y presentan mayor probabilidad de ocurrencia, excepto

MF- 03 (Agua) que es de categoría III, VIA 4 al 6, con probabilidad de ocurrencia moderada.

4. La implementación de las medidas propuestas permitirán mitigar los efectos negativos generados por tales eventos y contribuir a la adecuada gestión de los residuos sólidos urbanos como parte del desarrollo local.

Referencias

- BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID), (1997). Guía para Evaluación de Impacto Ambiental Para Proyectos de Residuos Sólidos Municipales. Procedimientos Básicos. Washington.
- BUROZ, E. (1998). La gestión ambiental: Marco de referencia para las evaluaciones de impacto ambiental. Fundación Polar, Caracas, ISBN 980-6397-51-7, 376 p.
- CETAC, (2014). Centro de Ecología Tropical y Alteraciones Climáticas, Huambo-Angola.
- DESAFÍO ECOLÓGICO. (2012). Calentamiento global. México D.f. Grupo Tercer Milenio.
- DIANELYS, P. J., DIAGO G. Y. & BEATRIZ, C. M. (2011). Enfoque actual de la salud ambiental. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 49(1):84-92.
- LEY DE BASIS DEL AMBIENTE DE LA REPUBLICA DE ANGOLA, (2013). Art.1. Principios de la protección del ambiente, promoción de la Calidad de Vida y del uso racional de Recursos Naturales.
- SEMARNAT, (2006). La educación ambiental y uso adecuado de los residuos. Consultado 08/05/2016. Disponible en: http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3285/1/nom_150_semarnat_2006.pdf
- GOLA-CAHIMBA, J. M., SATULA, I. B., AMARO, V. F. D. & GUILARTE, H. E. (2016). Evaluación de impacto ambiental del vertedero municipal e industrial de Moa. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.
- SOTO, S. E. M. & INFANTE, A. R. (2016). Evaluación geológica ambiental para ubicar un relleno sanitario manual en la parroquia Mene de Mauroa. *Minería y Geología*, 32, 15.
- TCHOBANOGLOUS, G. & VIGIL, S. (1994). Gestión Integral de Residuos Sólidos, volumen I y II. España, Editorial McGraw-Hill.