



Diseño de una Celda para la disposición final de residuos sólidos

Design of a cell for the final disposal of solid waste

Projeto de uma Celda para disposição final de resíduos sólidos

Iván Fernando Huacho-Chávez^I

Ivanfer89@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3144-3379>

Ana María Castillo-Reinoso^{II}

anacastillo@epoch.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-5433-7819>

Hanníbal Lorenzo Brito-Moína^{III}

hbrito@epoch.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-7536-857X>

Correspondencia: Ivanfer89@gmail.com

Ciencias técnicas y aplicadas

Artículo de investigación

***Recibido:** 29 de noviembre de 2019 ***Aceptado:** 14 de enero de 2020 * **Publicado:** 03 de febrero de 2020

- I. Ingeniero Químico, Unidad de Admisión y Nivelación y Grupo de Investigación Ambiental y Desarrollo de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Giade), Riobamba, Ecuador.
- II. Ingeniero Ambiental, Unidad de Admisión y Nivelación y Grupo de Investigación Ambiental y Desarrollo de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Giade), Riobamba, Ecuador.
- III. Ingeniero Químico, Facultad de Ciencias y Grupo de Investigación Ambiental y Desarrollo de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Giade), Riobamba, Ecuador.

Resumen

Se realizó el diseño de una celda diaria de disposición final de residuos sólidos para el relleno sanitario de Tena, para un período de vida útil de 6 años, para lo cual, se efectuó el levantamiento de información, determinando la cantidad de basura que generan los habitantes de la zona de influencia indirecta del proyecto, posteriormente se procedió a caracterizarla cuantificando los porcentajes de los componentes como plásticos, cartón, papel, metal, orgánicos, así como también determinó la densidad suelta, los datos fueron tabulados, y a partir de ellos se hicieron los cálculos de ingeniería para efectuar el dimensionamiento de la celda de su área, longitud, altura y volumen, posteriormente se realizaron los planos de todos los componentes de la celda (detalles de: celda diaria, chimeneas, red de recolección de lixiviados, cunetas de coronación), para finalmente tener de una celda que cumpla con todos los aspectos de la norma ambiental vigente en el Ecuador.

Palabras clave: Disposición final; celda diaria; diseño; residuos sólidos.

Abstract

The design of a daily cell for the final disposal of solid waste for the Tena landfill was carried out, for a period of 6 years of life, for which, the information was collected, determining the amount of waste generated by the inhabitants of the area of indirect influence of the project, subsequently proceeded to characterize it, quantifying the percentages of the components such as plastics, cardboard, paper, metal, organic, as well as determined the loose density, the data were tabulated, and from them engineering calculations were made to carry out the dimensioning of the cell of its area, length, height and volume, then the drawings of all the components of the cell were made (details of: daily cell, chimneys, leachate collection network, coronation ditches), to finally have a cell that meets all aspects of the environmental standard in force in Ecuador.

Keywords: Final disposition; daily cell; design; solid waste.

Resumo

Se você realizar um projeto de uma agenda diária de tratamento de resíduos finais para o hospital sanitário de Tena, para um período de vida útil de 6 anos, no caso de um câncer de cólon, determinar o aumento da informação, determinando a cantoria da base que gera os habitantes da

zona de influência indireta do projeto, posteriormente, se o procedimento for caracterizar os componentes de plástico dos componentes, carton, papel, metal, metal, orgânicos, como também determina a densidade suelta, os dados do tabuleiro, ya partir de ellos se seleccionar os cálculos de engenhosidade para executar o dimensionamento da área de superfície, longitude, altura e volume, posteriormente, realizar os planos de todos os componentes da área (detalhes: celda diaria, chimeneas, red recolección of lixiviados, cunetas de coroação), para finalmente concluir uma celebração que atenda a todos os aspectos da norma ambiental vigente no Equador.

Palavras-chave: Disposición final; celda diaria; diseño; residuos sólidos.

Introducción

El ser humano por su naturaleza genera residuos sólidos, esto debido al consumo de productos para satisfacer sus necesidades de vida, y con el avance tecnológico el hombre propende a consumir más, de tal manera, que incrementa el volumen de basura (Brito & et al, Sanitary waste management in the riobamba city, 2018) convirtiéndose para los Gobiernos autónomos descentralizados municipales en un gran problema por la incorrecta disposición de los residuos sólidos provoca alteraciones en las características físicas y químicas de los componentes ambientales tales como el agua, suelo y aire, así como también a la flora y fauna, además que no incida en gastos por la búsqueda anticipada de otro espacio para la disposición final (Brito & et al, Cierre Técnico de botaderos de basura, 2017), por lo que, se empieza a buscar alternativas de disposición final, siendo uno de ellos el confinamiento en celdas diarias que se ubican en rellenos sanitarios de forma correcta, para así incrementar el tiempo de vida útil y evitar todos los problemas ambientales (Bustos, 2007) generados al entorno y cumplir con la normativa vigente, emitida por el organismo de control (Programa Nacional de Gestión Integral desechos sólidos). Estos residuos de tipo urbano se encuentran compuestos por un conjunto heterogéneo de materiales, que son producidos a nivel residencial, comercial, institucional, industrial y de establecimientos de salud (Brito, Manejo de desechos sólidos hospitalarios, 2018), además por el aseo y limpieza de áreas públicas, siempre que no tengan características tóxicas ni peligrosas, en cuyo caso constituyen residuos de otro tipo que deben ser manejados según lo establece la legislación ambiental.

Este estudio se enfoca en el diseño de una celda diaria para la disposición final de residuos (Jaramillo, 2002) sólidos en un tiempo de duración de 6 años, para lo cual, se realiza el levantamiento de la línea base de la situación actual del relleno sanitario en funcionamiento, luego se obtiene datos de la generación de residuos generados a nivel de ciudad (Brito & et al, Obtención de compost a partir de residuos sólidos orgánicos generados en el mercado Mayorista del cantón Riobamba, 2016), se los caracteriza Vidrio: Envases de cristal, frascos, botellas, etc.; Papel y cartón: Periódicos, revistas, cajas de cartón, envases de papel, etc.; Restos orgánicos: Son los restos de comida, de jardinería, etc. En peso son la fracción mayoritaria en el conjunto de los residuos urbanos.; Plásticos: En forma de envases y elementos de otra naturaleza; (Lozada, González, Pérez, & Morales, 2014). Textiles: Ropas, vestidos y elementos decorativos del hogar; Metales: Son latas, restos de herramientas, utensilios de cocina, mobiliario, etc.; Madera: En forma de muebles mayoritariamente; Escombros: Procedentes de pequeñas obras o reparaciones domésticas) y cuantifica, para efectuar el diseño de la celda diaria de confinamiento de residuos sólidos, además de presentar el manual de operación de la celda, en la cual, consta de las etapas como son la descarga de los vehículos recolectores en el frente de trabajo, el empuje de los desechos, la compactación y conformación de la celda, la cobertura y sistemas de recolección de lixiviados (Valencia & Brito, 2012) y de gases los cuales van a ser tratados después de su generación, a esto se suma la fumigación constante de cocteles bacterianos para el control de olores (Viteri,2016) así como para acelerar el proceso de degradación de la materia orgánica (Brito & et al, Generación de biogas a partir de estiércol de ganado a nivel de finca en el oriente ecuatoriano, 2016), de esta manera, prolongar la vida útil de la celda diaria y en sí del actual relleno sanitario.

Metodología

Para la cuantificación de los residuos sólidos se realizó el trabajo de campo en la ciudad recogiendo los residuos sólidos (4 ciclos de 8 días cada uno) de acuerdo a la muestra determinada, para proceder a llevar al relleno sanitario, donde se pesa, se separa de acuerdo a sus componentes, se determina la densidad y se caracteriza, con los datos de la producción per cápita se proyecta con los datos de la población obtenida del INEC para 6 años, luego se recolecta de la celda en funcionamiento, los lixiviados (1 día por semana, hasta cumplir con los 7 días de la semana) para efectuar el análisis de laboratorio de los mismos, con estos valores se efectúa el

dimensionamiento de la celda diaria para su confinamiento siendo los mismos para los 6 años: la población total de 74004,97 con una tasa de crecimiento de 3,72 %; producción per cápita de 0,45 Kg/p.h.; volumen total de 129534,49 m³ y material de cobertura 2698,64 m³.

Resultados y discusión

Tabla 1. Proyección de la población

No.	PARROQUIA	POBLACIÓN	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Tena	33934	40733,11	42484,64	44311,48	46216,87	48204,19	50276,97
2	Pano	1392	1670,91	1742,75	1817,69	1895,85	1977,37	2062,40
3	Muyuna	1335	1602,48	1671,39	1743,26	1818,22	1896,40	1977,95
4	Misahualli	5127	6154,26	6418,89	6694,91	6982,79	7283,05	7596,22
5	Napo	5393	6473,56	6751,92	7042,25	7345,07	7660,91	7990,33
6	Talag	2768	3322,60	3465,48	3614,49	3769,91	3932,02	4101,10
TOTAL		49949	59956,92	62535,07	65224,08	68028,71	70953,95	74004,97

Fuente: INEC, Censo 2010. Elaborado por: Brito H., 2019

El cálculo de la población se realizó en base a datos obtenidos en el último censo del 2010 de acuerdo al INEC, con una tasa de crecimiento del 3,72 %, datos que fueron proyectados a 6 años teniendo una población total para el diseño de la celda de disposición final de residuos sólidos de 473185,34 habitantes, donde ha sido incluida la población flotante de acuerdo a la tabla 2.

Tabla 2. Generación de residuos sólidos

No.	AÑO	POBLACIÓN			PPC (Kg/h.d)	GENERACIÓN RESIDUOS SÓLIDOS (Kg)	
		Actual	Flotante	Total		Diario	Anual
1	2010	49949	2497,45	52446,45	0,45	23600,90	8614329,413
2	2015	59956,92	2997,846162	62954,77		28329,65	10340320,87
3	2016	62535,07	3126,753547	65661,82		29547,82	10784954,67
4	2017	65224,08	3261,203949	68485,28		30818,38	11248707,72
5	2018	68028,71	3401,435719	71430,15		32143,57	11732402,15
6	2019	70953,95	3547,697455	74501,65		33525,74	12236895,45
7	2020	74004,97	3700,248445	77705,22		34967,35	12763081,95
TOTAL		450652,7055	22532,63528	473185	0,45	212933	77720692,23

Fuente: INEC, Censo 2010. Elaborado por: Brito H., 2019

La cantidad de residuos obtenidos para el diseño de la celda de disposición final es de 77720,69 Tn en el período de vida útil de 6 años que durará la mima.

Tabla 3. Volumen de residuos sólidos y material de cobertura

No.	AÑO	POBLACIÓN	VOLUMEN (m3)		ÁREA (m2)		LONGITUD (m)		*Mc (m3)	
			Total	Diario	Anual	Diario	Anual	Diario	Anual	Diario
1	2010	52446,45	39,33	14357,22	24,58	8973,26	4,10	1495,54	0,82	299,11
2	2015	62954,77	47,22	17233,87	29,51	10771,17	4,92	1795,19	0,98	359,04
3	2016	65661,82	49,25	17974,92	30,78	11234,33	5,13	1872,39	1,03	374,48
4	2017	68485,28	51,36	18747,85	32,10	11717,40	5,35	1952,90	1,07	390,58
5	2018	71430,15	53,57	19554,00	33,48	12221,25	5,58	2036,88	1,12	407,38
6	2019	74501,65	55,88	20394,83	34,92	12746,77	5,82	2124,46	1,16	424,89
7	2020	77705,22	58,28	21271,80	36,42	13294,88	6,07	2215,81	1,21	443,16
TOTAL		473185,34	354,89	129534,49	221,81	80959,05	36,97	13493,18	7,39	2698,64

*Mc = Material de cobertura. **Elaborado por:** Brito H., 2019

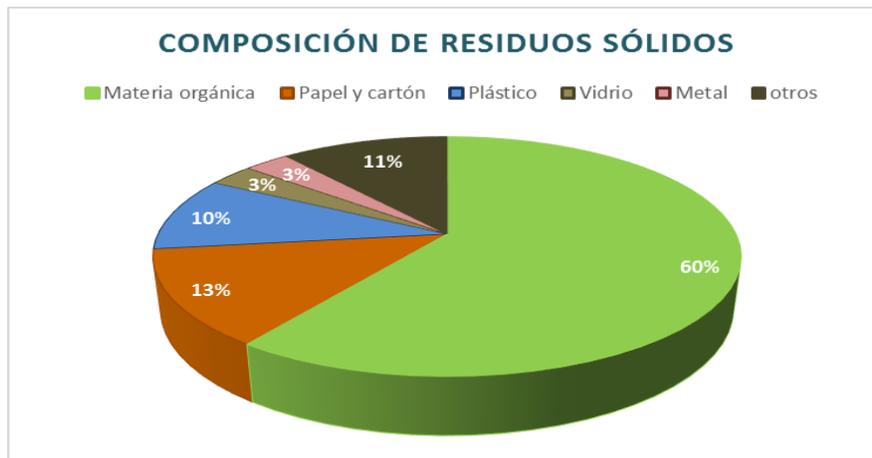
El diseño de la celda para la disposición final de residuos sólidos se realizó para un período de 6 años iniciando en el año 2015 y terminando en el 2020, cuya área total es de 80959,05 m², con un volumen de residuos de 129534,49 m³ y volumen del material de cobertura de 2698,64 m³ de acuerdo al plano 1.

Gráfico 1: Plano 1 Diseño de la Celda



Elaborado por: Brito H., 2019

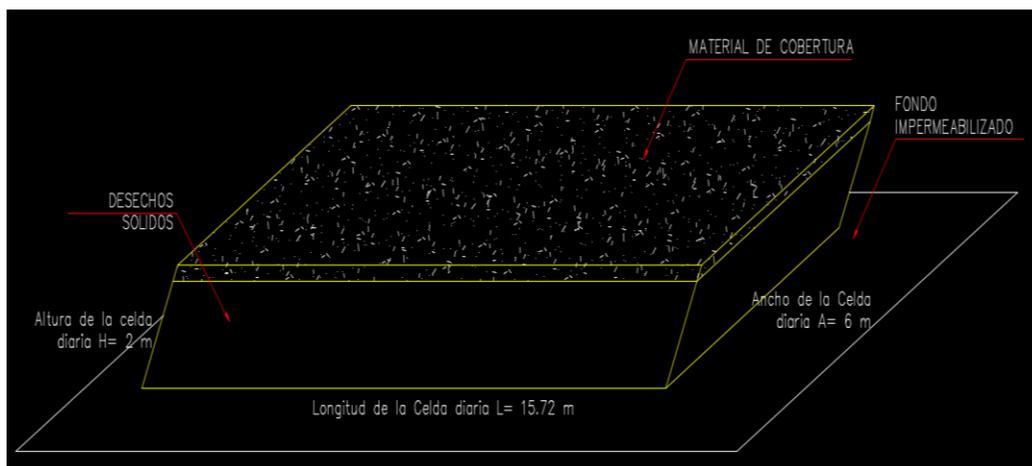
Fig. 1 Composición de los Residuos



Fuente: Viteri J/Brito H., 2015.

Se realizó la recolección de los residuos sólidos de áreas establecidas en la zona de influencia del proyecto en 4 ciclos de 8 días cada uno para determinar la cantidad de residuos generados y a partir de ahí cuantificar los componentes existentes en el mismo, determinando que el 60 % es de materia orgánica, 13 % de papel y cartón, 3 % de vidrio, 3 % de metal y 11 % de otros materiales.

Gráfico 2. Diseño de la Celda Diaria



Elaborado por: Brito H., 2019

Luego de realizar el diseño de la celda diaria se ha determinado que sus condiciones óptimas sean las siguientes: una altura de 2 m, el ancho es de 6 m y el avance diario es de 15,72 m de longitud, de acuerdo al plano 2.

Se realizó el diseño de una celda diaria de disposición final de residuos sólidos para el relleno sanitario de Tena, para un período de vida útil de 6 años, para lo cual, se efectuó el levantamiento de información, determinando la cantidad de basura que generan los habitantes de la zona de influencia indirecta del proyecto, posteriormente se procedió a caracterizarla cuantificando los porcentajes de los componentes como plásticos, cartón, papel, metal, orgánicos, así como también determinó la densidad suelta, los datos fueron tabulados, y a partir de ellos se hicieron los cálculos de ingeniería para efectuar el dimensionamiento de la celda de su área, longitud, altura y volumen, posteriormente se realizaron los planos de todos los componentes de la celda (detalles de: celda diaria, chimeneas, red de recolección de lixiviados, cunetas de coronación), para finalmente tener de una celda que cumpla con todos los aspectos de la norma ambiental vigente en el Ecuador.

Conclusiones

Se concluye que, para obtener el diseño de una celda diaria de disposición final para un relleno sanitario, que cumpla con las normativas ambientales del país es necesario un estudio profundo acerca de la cantidad de basura que generan los habitantes de la zona, lo que permitió realizar los cálculos de ingeniería para diseñar los planos.

El trabajo de recolección de residuos sólidos en la ciudad se ha realizado en 4 ciclos de 8 días cada uno.

La producción per cápita calculada para el diseño de la celda diaria es de 0,45 Kg/p.h., obteniendo un promedio de basura de 30419,06 Kg/d.

El cálculo de la composición de residuos sólidos ha determinado que el 60 % de materia orgánica, 13 % de papel y cartón, 3 % de vidrio, 3 % de metal y 11 % de otros materiales.

El dimensionamiento para el avance diario de la celda tiene las siguientes dimensiones: altura de 2 m; 6 m de ancho; el avance diario es de 15,72 m de longitud.

El volumen total de residuos sólidos generados por la población es de 129534,49 m³, con un volumen del material de cobertura de 2698,64 m³, para un tiempo de vida útil de 6 años.

Referencias

1. Arias, V., & Terneus, E. (2012). Los Caudales Ecológicos en el Ecuador, Análisis Institucional y Legal. Quito.
2. Brito , H., & et al. (2018). Sanitary waste management in the riobamba city. XVII seminario internacional de salud, alimentación y nutrición humana.
3. Brito, H. (2007). Texto Básico de Auditoría Ambiental. Riobamba.
4. Brito, H. (2018). Manejo de desechos sólidos hospitalarios.
5. Brito, H., & et al. (2016). Generación de biogas a partir de estiércol de ganado a nivel de finca en el oriente ecuatoriano. doi:10.13140/RG.2.2.25157.04327
6. Brito, H., & et al. (2016). Obtención de compost a partir de residuos sólidos orgánicos generados en el mercado Mayorista del cantón Riobamba. doi:10.19044/esj.2016.v12n29p76
7. Brito, H., & et al. (2017). Cierre Técnico de botaderos de basura.
8. Brito, H., Chariguamán, N., & Villota, V. (2017). Cierre Técnico de Botaderos de Basura. Riobamba.
9. Bustos, F. (2007). Manual de Gestión y Control Ambiental. Quito.
10. Castillo, R., & et al. (2005). Castillo, R; et al. Biotecnología Ambiental. Madrid.
11. CEPIS. (2003). Manual para el manejo de desechos en establecimientos de salud. Lima.
12. Collazos, J. (2005). Manual de Evaluación Ambiental de Proyectos. Lima: Ed. San Marcos.
13. Garmendia, A., & et al . (2005). Evaluación de Impacto Ambiental. Prentice Hall.
14. Granero, J. (2010). Evaluación de impacto ambiental (5 ed.). Acierto gráfico.
15. Jaramillo, J. (2002). Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 19-24.
16. Lozada, M. Á. R., González, B. P., Pérez, M. G., & Morales, T. A. (2014). Gestión eficiente de residuos sólidos urbanos: una estrategia de mitigación para el cambio climatico. Issn 2168-0612 flash drive issn 1941-9589 online, 880.
17. Ministerio del Ambiente de Ecuador. (2015). Acuerdo Ministerial 097A. Anexo I: Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes del Recurso Agua. Quito.

18. Ministerio del Ambiente del Ecuador. (04 de 05 de 2015). Acuerdo No. 061, Reforma del libro VI del texto unificado de Legislación Secundaria. Corporación de estudios y Publicaciones, Registro Oficial, Órgano del Gobierno del Ecuador.
19. Viteri Romero, J. P. (2016). Diseño de una celda diaria de confinamiento de residuos sólidos para el actual relleno sanitario del Tena (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

References

1. Arias, V., & Terneus, E. (2012). Ecological Flows in Ecuador, Institutional and Legal Analysis. Quito
2. Brito, H., & et al. (2018). Sanitary waste management in the Riobamba city. XVII international seminar on health, food and human nutrition.
3. Brito, H. (2007). Basic Text of Environmental Audit. Riobamba
4. Brito, H. (2018). Management of solid hospital waste.
5. Brito, H., & et al. (2016). Generation of biogas from cattle manure at farm level in eastern Ecuador. doi: 10.13140 / RG.2.2.25157.04327
6. Brito, H., & et al. (2016). Obtaining of compost from organic solid waste generated in the wholesale market of the Riobamba canton. doi: 10.19044 / esj. 2016.v12n29p76
7. Brito, H., & et al. (2017). Technical closure of garbage dumps.
8. Brito, H., Chariguamán, N., & Villota, V. (2017). Technical closure of garbage dumps. Riobamba
9. Bustos, F. (2007). Management and Environmental Control Manual. Quito
10. Castillo, R., & et al. (2005). Castillo, R; et al. Environmental Biotechnology Madrid.
11. CEPIS (2003). Manual for waste management in health facilities. Lima.
12. Collazos, J. (2005). Manual of Environmental Evaluation of Projects. Lima: Ed. San Marcos.
13. Garmendia, A., & et al. (2005). Environmental Impact Assessment. Prentice Hall.
14. Granero, J. (2010). Environmental impact assessment (5 ed.). Successful graphic.
15. Jaramillo, J. (2002). Guide for the design, construction and operation of manual landfills. Pan American Center for Sanitary Engineering and Environmental Sciences, 19-24.

16. Lozada, M. Á. R., González, B. P., Pérez, M. G., & Morales, T. A. (2014). Efficient management of urban solid waste: a mitigation strategy for climate change. Issn 2168-0612 flash drive issn 1941-9589 online, 880.
17. Ministry of Environment of Ecuador. (2015). Ministerial Agreement 097A. Annex I: Standard of Environmental Quality and Discharge of Effluents from the Water Resource. Quito
18. Ministry of Environment of Ecuador. (04 of 05 of 2015). Agreement No. 061, Reform of book VI of the unified text of Secondary Legislation. Studies and Publications Corporation, Official Registry, Organ of the Government of Ecuador.
19. Viteri Romero, J. P. (2016). Design of a daily solid waste confinement cell for the current Tena sanitary landfill (Bachelor's thesis, Chimborazo Polytechnic School).

Referências

1. Arias, V. e Terneus, E. (2012). Fluxos Ecológicos no Equador, Análise Institucional e Jurídica. Quito
2. Brito, H. e outros. (2018). Gestão de resíduos sanitários na cidade de Riobamba. XVII seminário internacional sobre saúde, alimentação e nutrição humana.
3. Brito, H. (2007). Texto básico de auditoria ambiental. Riobamba
4. Brito, H. (2018). Gestão de resíduos hospitalares sólidos.
5. Brito, H. e outros. (2016). Geração de biogás a partir de esterco bovino no nível da fazenda no leste do Equador. doi: 10.13140 / RG.2.2.25157.04327
6. Brito, H. e outros. (2016). Obtenção de composto a partir de resíduos sólidos orgânicos gerados no mercado atacadista do cantão de Riobamba. doi: 10.19044 / esj. 2016.v12n29p76
7. Brito, H. e outros. (2017). Fechamento técnico de lixões.
8. Brito, H., Chariguamán, N., & Villota, V. (2017). Fechamento técnico de lixões. Riobamba
9. Bustos, F. (2007). Manual de Gerenciamento e Controle Ambiental. Quito
10. Castillo, R. e outros. (2005). Castillo, R; et al. Biotecnologia Ambiental Madrid
11. CEPIS (2003). Manual para gestão de resíduos em unidades de saúde. Lima
12. Collazos, J. (2005). Manual de Avaliação Ambiental de Projetos. Lima: Ed. San Marcos.

13. Garmendia, A., e outros. (2005). Avaliação de Impacto Ambiental. Prentice Hall.
14. Granero, J. (2010). Avaliação de impacto ambiental (5 ed.). Gráfico de sucesso.
15. Jaramillo, J. (2002). Guia para o projeto, construção e operação de aterros manuais. Centro Pan-Americano de Engenharia Sanitária e Ciências do Ambiente, 19-24.
16. Lozada, M. Á. R., González, B.P., Pérez, M.G. & Morales, T. A. (2014). Gerenciamento eficiente de resíduos sólidos urbanos: uma estratégia de mitigação para as mudanças climáticas. Unidade flash Issn 2168-0612 issn 1941-9589 online, 880.
17. Ministério do Meio Ambiente do Equador. (2015). Acordo Ministerial 097A. Anexo I: Padrão de Qualidade Ambiental e Descarga de Efluentes do Recurso Hídrico. Quito
18. Ministério do Meio Ambiente do Equador. (04 de 05 de 2015). Contrato nº 061, Reforma do livro VI do texto unificado da Legislação Secundária. Corporação de Estudos e Publicações, Registro Oficial, Órgão do Governo do Equador.
19. Viteri Romero, J.P. (2016). Projeto de uma célula diária de confinamento de resíduos sólidos para o atual aterro sanitário de Tena (tese de bacharel, Escola Politécnica de Chimborazo).

©2019 por el autor. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).