

PROPUESTA DE ALTERNATIVAS PARA LA UBICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA PARA LA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA MANCOMUNIDAD DE LA PROVINCIA DE IMBABURA, MEDIANTE UN MODELO ESPACIAL

GABRIELA P. PAZ FLORES; WILSON O. JACOME ENRIQUEZ; MARIO A. CRUZ D'HOWITT
CARRERA DE INGENIERIA GEOGRAFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE. DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSTRUCCION. ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
Av. El Progreso s/n, Campus Politécnico, Sangolqui, Ecuador
paolapaz08@gmail.com; wojacome@espe.edu.ec; mcruz@espe.edu.ec

RESUMEN

A nivel mundial el crecimiento demográfico está relacionado íntimamente con la generación de residuos sólidos. En el Ecuador este problema se ha incrementado debido a falta de políticas y a una buena planificación urbana, derivándose en un problema social, ambiental y económico.

Esta investigación, propone alternativas para ubicar los sitios potenciales de un relleno sanitario para lo cual es necesario realizar un análisis integro en función de diferentes criterios de localización y un análisis de la situación actual del área.

La metodología utilizada se fundamenta en el establecimiento de criterios restrictivos de la legislación nacional TULSMA, y la EPA, con lo cual se obtuvo el mapa de localización de infraestructura para la disposición de residuos sólidos. Las cuencas visuales son necesarias para este tipo de estudio, ya que al obtener las áreas visibles, se puede localizar los sitios potenciales para la ubicación de un relleno sanitario, además es necesario realizar un análisis de alternativas, en función de su población, crecimiento poblacional, y área para el potencial relleno sanitario (20 años de vida útil).

El evaluar el estado actual del paisaje es necesario a la hora de ubicar un relleno sanitario para tener un análisis cualitativo de las alternativas por medio de fichas de valoración de calidad escénica.

ABSTRACT

Worldwide population growth is intimately related to the generation of solid waste. In Ecuador this problem has increased due to lack of policies and good planning, derived in a social, environmental and economic.

Therefore to locate potential sites for a landfill is required Complete analysis according to various location criteria and an analysis of the current situation in the area.

The methodology is based on the establishment of restrictive criteria TULSMA national legislation, and the EPA, which gave the map location of infrastructure for solid waste disposal. The viewshed are necessary for this type of study, since getting the visible areas, you can locate potential sites for the location of a landfill, it is also necessary to conduct an analysis of alternatives, based on their population, population growth and area for potential landfill (20 year life).

Evaluating the current state of the landscape is needed when locating a landfill for a qualitative analysis of the alternatives through tabs scenic quality assessment.

INTRODUCCIÓN

En nuestro país, en diferentes ocasiones, se ha intentado dar solución al problema de la ubicación de sitios para el manejo de disposición final de los residuos sólidos en el país, no obstante los esfuerzos realizados por los gobiernos seccionales se han estancado por diferentes situaciones de carácter económico y político afectando de manera directa a la calidad ambiental, a la salud y bienestar de la población, siendo los sectores menos privilegiados los que sufren las consecuencias de no tener una buena planificación, la misma que debería ser realizada por los Gobiernos Seccionales y el Estado.

En el Ecuador el crecimiento demográfico está relacionado con la generación de residuos sólidos, problemática que se ha visto acrecentada debido a la falta de políticas y una adecuada planificación urbana y rural. Para el caso de la gestión de residuos sólidos en la provincia de Imbabura, los RSU se han incrementado y de manera proporcional el crecimiento poblacional, el cual ha crecido en un 3.9% en los últimos 50 años en el área urbana, mientras que la rural este crecimiento ha sido de un 1.31%, derivándose una problemática social - económica - ambiental.

Las autoridades competentes han implementado una serie de medidas para propiciar una mejor gestión sobre los RSU de los Gobiernos Seccionales, como por ejemplo normas, que controlen y obliguen a cumplir ciertos parámetros de calidad para la gestión de residuos en sus respectivas jurisdicciones y ciudades, incluyendo los sectores rurales.

En el Ecuador está en vigencia desde el año 2003, el Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULAS), reformándose su nombre en el año 2010 a Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TUSLMA), el mismo que en el Anexo 6, literal 4, Desarrollo, hace referencia a la “Políticas Nacionales de Manejo de Residuos Sólidos”, el cual dice: “...El Estado declara como prioridad Nacional la Gestión Integral de los Residuos Sólidos...”; y además hace mención a la creación del Comité Integral de Coordinación y Cooperación Interinstitucional para la Gestión de Residuos Sólidos.

Estos reglamentos y normativas constituyen un aporte para la solución, el Estado dentro de sus políticas ambientales quiere fomentar el apoyo a la preservación del medio ambiente, con la creación de mancomunidades. Los Municipios de la Provincia de Imbabura han decidido asociarse formando la Mancomunidad integrada por los Gobiernos Seccionales de Ibarra, Cotacachi, Antonio Ante, Otavalo, Pimampiro, Urcuqui, de esta manera las metas y objetivos que se han planteado están orientadas al desarrollo de toda esta área, teniendo como prioridad el realizar una adecuada y óptima gestión de residuos sólidos dentro de la misma, tanto para su progreso local, como ejemplo para otras zonas del Ecuador, y como meta final un reconocimiento internacional a la gestión ambiental de los RSU.

JUSTIFICACIÓN

Sabemos que en el Ecuador no existe una adecuada gestión de residuos sólidos en cada uno de los GADs, por lo tanto se torna importante la agrupación de los mismos en Mancomunidades, para apoyarse mutuamente con sus debilidades y fortalezas que tienen cada uno.

Las mancomunidades buscan resolver una de las mayores problemáticas ambientales, sociales y económicas, que se enfrenta día a día, por no efectuar una buena gestión en el manejo de residuos sólidos, por lo tanto es necesario realizar un diagnóstico integral y profundo que identifique las variables directas e indirectas que intervienen en la gestión de RSU.

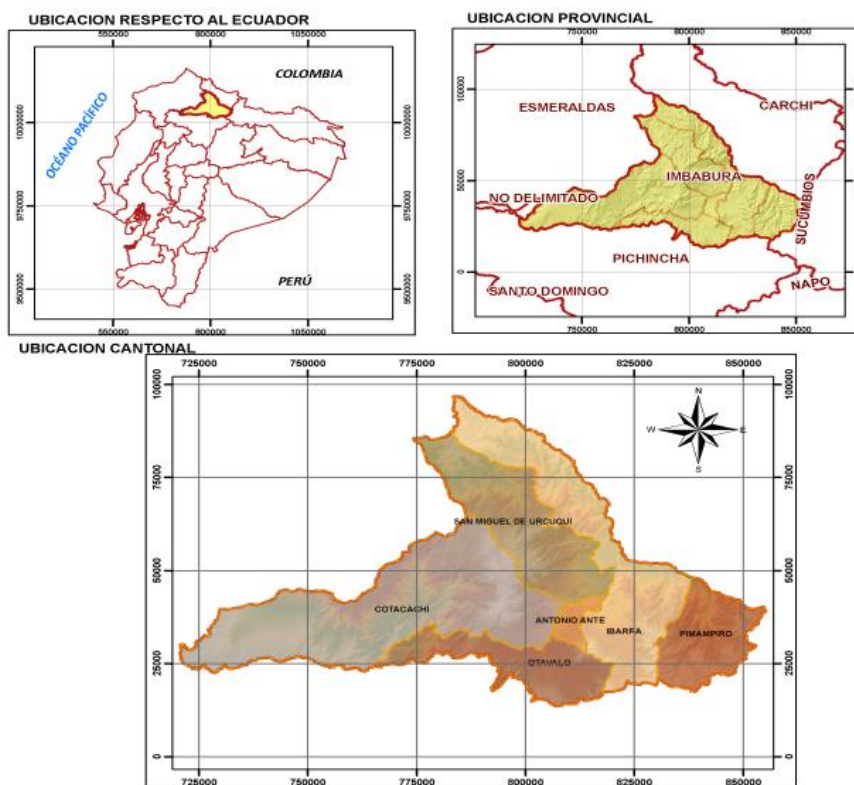
En la actualidad la tecnología ha desarrollado muchas técnicas sobre todo para la ubicación de lugares adecuados para la disposición final de RSU, y una de esas tecnologías de punta utiliza como base los Sistemas de Información Geográfica, como una herramienta geoespacial para integrar toda la información recolectada en una base de datos, las cuales se las represente cartográficamente de manera interactiva para el usuario final, que son los tomadores de decisiones en cuanto a la planificación de cada una de sus jurisdicciones.

Por esta razón es de vital importancia la realización de este trabajo para la ubicación de infraestructura para la disposición de residuos sólidos con el mínimo impacto ambiental que pueda darse en la mancomunidad, además este trabajo servirá como ejemplo para que otros Gobiernos Seccionales utilicen de guía para su progreso local.

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La Mancomunidad de Imbabura cuenta con un área de 458751 ha. Limita con las siguientes provincias: al Norte con Carchi, al Este con Sucumbíos, al Oeste con Esmeraldas y al sur con Pichincha. Geográficamente la zona de estudio del proyecto está enmarcada en Coordenadas UTM, Zona 17 N, Elipsoide WGS84.

Figura 1 Ubicación de la Mancomunidad de la Provincia de Imbabura

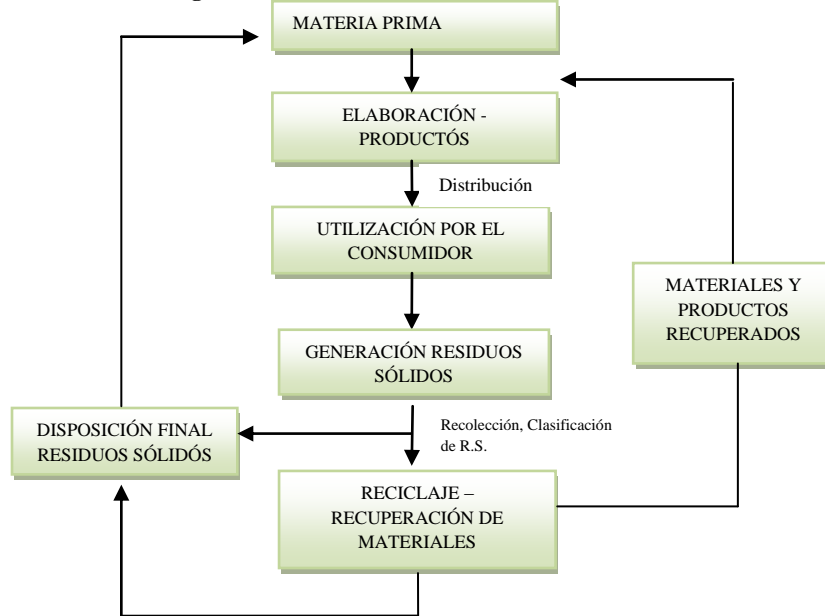


MARCO TEÓRICO

RESIDUOS SOLIDOS

Según la legislación del Ecuador, Un residuo o desecho sólido es: “todo sólido no peligroso, putrescible o no putrescible, con excepción de excretas de origen humano o animal.

Figura 2 Ciclo de Generación de Residuos Sólidos



CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

A los residuos sólidos se los puede clasificar, dependiendo del origen de su generación en dos tipos:

Residuos Sólidos Urbanos

Todo desecho que resulta de las actividades cotidianas que se realizan dentro del perímetro urbano de una ciudad.

Residuos Sólidos Rurales

Si bien el término hace solo referencia a los residuos generados como referencia a la ubicación geográfica de su origen, cabe anotar que generalmente estos residuos difieren comparativamente en la composición y cantidades de residuos sólidos que son producidos en los centros urbanos.

METODOLOGÍA

RECOPIACION DE INFORMACIÓN

Se baso en la revisión, análisis, estandarización de la información disponible de las instituciones públicas (IGM, SENPLADES) y GADs que conforman la mancomunidad de la Provincia de Imbabura. La información que se recopiló se estandarizó a un solo sistema de referencia y se procedió a realizar una geodatabase para que el manejo de la misma sea mucho más fácil y de mejor calidad.

CRITERIOS RESTRICTIVOS

Los criterios restrictivos son aquellos que permiten o limitan el análisis de regiones geográficas específicas, a través de los cuales se diferencian las áreas aptas como las no aptas, debido al riesgo que representan al ambiente, a la salud humana o al excesivo costo.

Tomando como referencia los Criterios de Localización del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Medio Ambiente (TULSMA), Libro VI, Anexo 6, el cual no tiene los parámetros completos para nuestro análisis; fue necesario completar con los criterios de restricción de la Agencia de Protección Ambiental (EPA).

ANÁLISIS PARA ESTABLECER LAS ALTERNATIVAS

Para el análisis de las alternativas no solo se debe tener en cuenta los criterios establecidos por el TULSMA y EPA, ya que la Mancomunidad de Imbabura, en los últimos años ha sufrido un crecimiento demográfico, por consiguiente la generación de RSU, por lo tanto se debe tomar en consideración otros criterios como se menciona a continuación:

- Tasa de Crecimiento Poblacional
- Generación de RSU (diaria, anual)
- Área para la ubicación de infraestructura para la disposición final de RSU

Crecimiento Poblacional vs. Generación de RSU

En la Mancomunidad de la Provincia de Imbabura, cuenta con aproximadamente 398225 habitantes, lo cual supone un 3% de la población nacional, y con un crecimiento poblacional aproximadamente del 1.27 %.

Tabla 1 Crecimiento Población vs. Generación de RSU

CANTONES	POBLACION 2011	TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	POBLACION SERVIDA CON RECOLECCION DE BASURA (%)	POBLACION SERVIDA CON RECOLECCION DE BASURA	GENERACION RESIDUOS	GENERACION RESIDUOS
					T/DÍA	T/AÑO
IBARRA	181175	2.36%	78%	141316.5	125.22	45705.3
OTAVALO	104874	2.50%	48%	50339.52	52.91	19312.15
COTACACHI	40036	2.26%	30%	12010.8	12.95	4726.75
ANTONIO ANTE	43518	2.08%	63%	27416.34	30.09	10982.85
SAN MIGUEL DE URCUQUI	15671	0.04%	51%	7992.21	7.14	2606.1
PIMAMPIRO	12951	-1.60%	41%	5309.91	10.46	3817.9
TOTAL	398225	1.27%		244385	239	87151

Área para la ubicación de infraestructura para la disposición final de RSU

El área para la ubicación de un relleno sanitario debe ser establecido a 10 años de vida útil, sin embargo en consenso con los GADs se estableció un tiempo estimado de 20 años.

Para calcular la población estimada se procedió a aplicar la siguiente ecuación:

$$PE = P1 (1+R)^n \quad \text{(Ec. 1)}$$

- P1= población año base
- R= tasa de crecimiento
- n=años

En la cual n equivale a los años vida útil del relleno sanitario.

Tabla 2 Cálculo del área potencial del relleno sanitario

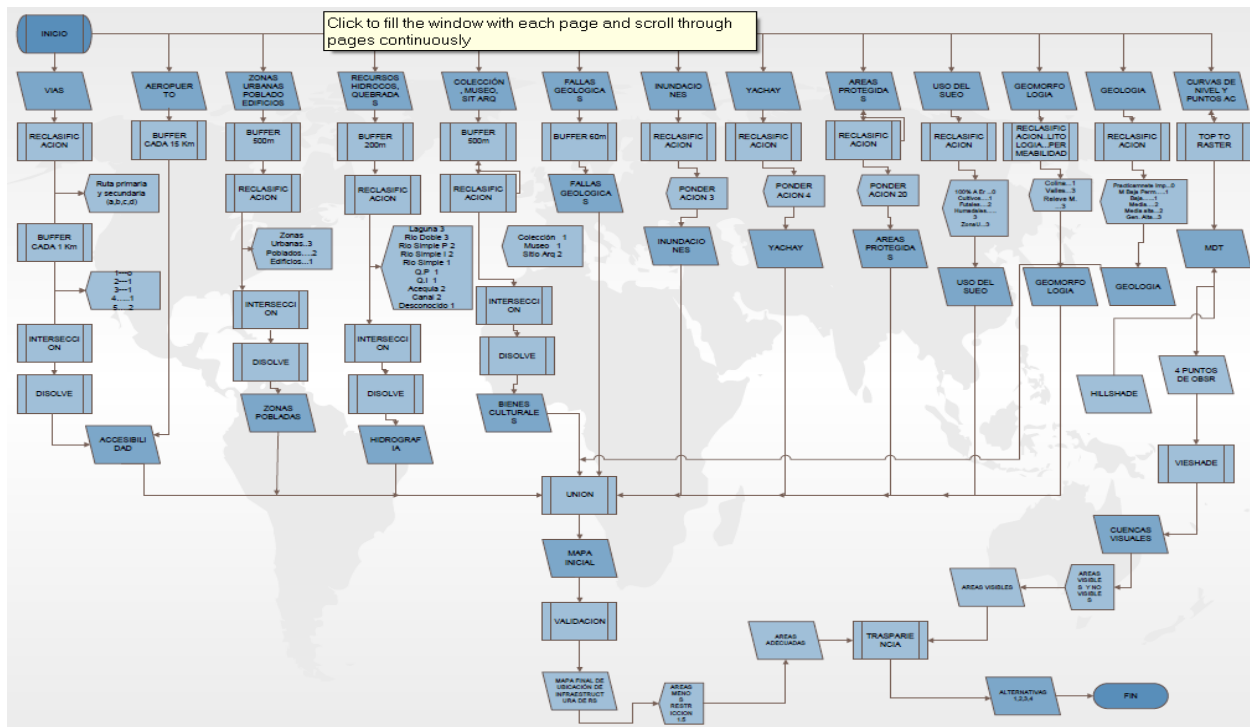
AÑOS	POBLACION	GENERACION RESIDUOS DIARIA	GENERACION RESIDUOS ANUAL	RESIDUOS ACUMULADA (T o m3)	AREATOTAL (m2) (RA/CELDA DIARIA=8m)
19	506132	303	110766	1970242	246280
		303*365		1970242/8	
20	512560	307	112173	2082415	260302
		307*365		2082415/8	
			112173+1970242		

- Área del Sitio: 26.03 (ha)
- Área de infraestructura auxiliar: 7.8 (ha)
- Área total: 34 (ha)

PONDERACIÓN DE LOS CRITERIOS

Se utilizó el método DELPHI, siendo el más adecuado, ya que consiste que un grupo de técnico lleguen a un consenso y establezcan ponderaciones a cada cobertura en función de su grado de importancia y priorización, en este proyecto de tesis se decidió que el valor CERO implica que no hay ninguna restricción, y se asigna valores enteros empezando desde el UNO según el nivel de restricción que cada polígono presente.

Figura 3 Diagrama de Flujo de la Metodología utilizada



MODELO INICIAL DE UBICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

El modelamiento inicial se realizó por medio del cruce de todas las coberturas, en el programa ARCGIS 9.3, los polígonos resultantes adquieren como valor la suma de todas las ponderaciones. La superficie de los polígonos resultantes nos brinda una idea de la influencia de cada insumo sobre el modelo y del resultado como tal.

OBTENCIÓN DE ÁREAS (ALTERNATIVAS) EN FUNCIÓN DEL MODELO INICIAL Y LAS CUENCAS VISUALES

Para obtener las áreas potenciales para ubicar los posibles rellenos sanitarios, es necesario realizar los siguientes pasos:

- Los cantones que tienen una población y generación de residuos más representativa son:
 - Ibarra
 - Otavalo
 - Antonio Ante
- Por lo tanto estos cantones son los más aptos para localizar las alternativas.
- Se tiene que tomar en cuenta la distancia en que se encuentran cada cantón, ya que el transporte influye en la ubicación de un relleno sanitario por el tema económico, aunque en este estudio no se esté analizando este aspecto, se incluyó ese aspecto, por esta ocasión. A las áreas urbanas más importantes, se les agregó un buffer de quince kilómetros, obteniendo un área para ubicar las alternativas.

- Del modelo inicial se va a obtener los lugares con menos restricción, en este caso se optó por escoger 0-5, porque se observó que no era de tanta relevancia en función de las restricción total.
- De las cuencas visuales, se obtuvo las áreas visibles y las no visibles, para nuestro análisis se tomo las áreas visibles.
- Por medio del método de transparencia coberturas, se procedió a generar las áreas.

Fichas de valoración de calidad escénica

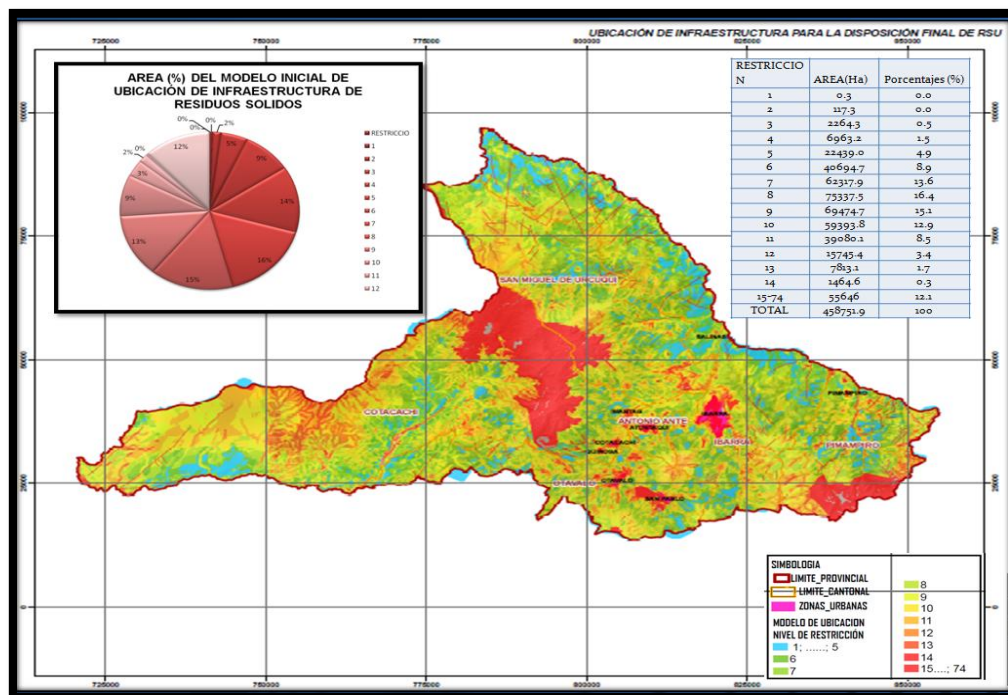
Para establecer la calidad del paisaje, se procedió a realizar fichas de valoración de calidad escénica, por medio de un inventario y evaluación de la calidad escénica (Metodología BML 1980, en el cual se selecciono elementos del territorio que contribuyen con fuerza a la definición del recursos paisaje como son vegetación, agua, color, fondo escénico, rareza, actuaciones humanas. De acuerdo al resultado obtenido se clasificó en las categorías de la escala universal. En función del análisis de alternativas, se debe integrar todos estos criterios en una matriz final, y al final se obtuvo la mejor opción para ubicar un relleno sanitario, tomando en cuenta lo realizado en gabinete, trabajo de campo y como se complementa con la realidad.

RESULTADO

MODELO INICIAL DE UBICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Para el presente estudio las restricciones que se van a utilizar son de 1-5, porque representan niveles bajos y adecuados para ubicar un relleno sanitario, abarcando el 6.9 % de toda el área.

Figura 4 Mapa de ubicación de infraestructura para la Disposición Final de RSU



RESULTADOS DE LA OBTENCIÓN DEL ÁREA DE LAS ALTERNATIVAS EN FUNCIÓN DEL MODELO INICIAL Y LAS CUENCAS VISUALES

Del análisis realizado el área aproximada a buscar es de 37 (ha), y en las cantones de Otavalo, Antonio Ante, e Ibarra.

Al realizar este estudio para el análisis de alternativas, se integró varios criterios, al utilizar las fichas de valoración se pudo observar la realidad actual de cada uno de los lugares escogidos para los posibles ubicación de los rellenos sanitarios.

Adicionalmente se tomó en cuenta el criterio del viento, ya que la dirección de este es muy importante a la hora de ubicar un relleno sanitario, para no afectar a las poblaciones cercanas.

Tabla 3 Matriz de Alternativas

ALTERNATIVAS	AREA(Ha)	CANTON	POBLACION	GENERACION DE RESIDUOS (T/año)	RESULTADO FICHA DE VALORACION			AFECTADA POR LOS VIENTOS A LAS POBLACIONES CERCANAS	TOTAL	
					VALOR TOTAL	CATEROGIA	CLASE			
1	60,87	OTAVALO (QUINCHIQUI)	104874	19312.15	9	SOBERBIO	C	NORDESTE - BRISA MODERADA A FUERTE	BAJA - MEDIA	OPCION N°3
2	35.02	ANTONIO ANTE (SANTILLAN ALTO)	43518	10982.85	4	AGRADABLE	C	NORDESTE - BRISA MODERADA A FUERTE	BAJA - MEDIA	OPCION N°2
3	35.68	IBARRA (EL ROLLO)	181175	45705.3	12	SOBERBIO	B	NORDESTE - BRISA FUERTE	ALTA	OPCION N°4
4	41.96	IBARRA (CHAMANA)	181175	45705.3	3	AGRADABLE	C	ESTE - BRISA FUERTE	BAJA	OPCION N°1

ALTERNATIVA 4

La alternativa 4, sector Chamana, cantón Ibarra, es la mejor opción para ubicar la infraestructura para la disposición final de residuos sólidos urbanos, ya que el sitio presenta un considerable deterioro ambiental, y con una escasa población en sus alrededores

Foto 1 1= una vía de fácil acceso al sector; de tierra, 2= vegetación escasa, 3=sector montañoso alto con pendientes medias.



Foto 2 1= arbustos con copas extendidas evidencia del clima seco; 2= terrenos con pendientes bajas a medias, 3=sector montañoso alto con pendientes medias



CONCLUSIONES

- Es necesario utilizar criterios restrictivos para la localización del relleno sanitario, tomando como referencia la legislación nacional TULSMA, Libro VI, Anexo 6, el cual no cumple con todos los estándares necesarios, es así que se ha complementado con los criterios establecidos en la EPA.
- A más de utilizar los criterios establecidos por el TULSMA y EPA, fue necesario utilizar otros criterios adicionales como la situación actual de la Mancomunidad de la Provincia de Imbabura basados
 - la población
 - tasa de crecimiento poblacional
 - generación de RSU
 - área necesaria a 20 años para la ubicación de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos
- Para obtener el área de 34 (ha) del posible relleno sanitario, se estableció un tiempo estimado de 20 años de vida útil establecido en consenso con los GADs municipales, realizando proyecciones a futuro en función de los 398225 hab
- Para la ponderación de los criterios se utilizó el método DELPHI, se recogió las preferencias del grupo de técnicos entre ellos personal de los GADs y la empresa auspiciante.
- Del cruce de coberturas para la elaboración del modelo inicial, se obtuvo un modelo dinámico, en el cual se puede observar la influencia de cada criterio sobre el modelo, el cual permite obtener las restricciones más bajas, las cuales dan los lugares más aptos, para la ubicación del relleno sanitario.
- Al realizar el modelo de ubicación, el 37% del área total representa a una ponderación con restricción 0, ideal para ubicar rellenos sanitarios, mientras que la hidrografía (ríos simples, quebradas, acequia, canales), con el 96% del área total y sus ponderaciones con restricciones 1 y 2 respectivamente, denominando a estos por su grado de importancia en la mancomunidad de la provincia de Imbabura, criterios predominantes.
- Uno de los mecanismos para la obtención de alternativas son las cuencas visuales, de las cuales se puede obtener los lugares visibles de acuerdo a los puntos de observación y el MDT, en el estudio el área visible corresponde al 15% del área total

- Del inventario y evaluación de la calidad escénica, criterios de ordenación y puntuación de los componentes del paisaje que se realizó por medio de la ficha de valoración de calidad escénica, se observó que las alternativas 2 y 4, presentan un deterioro ambiental, por actividades como la deforestación por actuaciones humanas, mientras que las alternativas 1 y 3 están expuestas a alteraciones por el uso agrícola que se le da al suelo, presentándose cultivos de maíz, frejol, papa. Además de observar que el fondo escénico es representativo para el contorno

BIBLIOGRAFÍA

- El sistema de información geográfica ArcGis 9.2
<(ESRI, <http://www.esri.com/>)>
Consulta: 15 enero 2013
- Universidad Politécnica de Madrid. Facultad de Informática. Departamento LSIIS 0807. Sistemas de Información Geográfica (SIG). Modelos de datos en un SIG. 6 mayo 2007.
<http://www.boldar.cz/upm/SIG_Vasak_trabajo_ModelosDeDatos.pdf>
Consulta: 20 enero 2013
- Armas, Santiago, Breve acercamiento a la realidad de los residuos sólidos y su disposición final en el Distrito Metropolitano de Quito,
Tomo I, Octubre del 2006, Quito Ecuador
- Agenda 21. Imbabura. Plan de desarrollo local sostenible para la provincia de Imbabura. Marzo 2005
< <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd61/agenda21.pdf>>
Consulta: 16 enero 2013
- Proyecto elaboración de Planes de Desarrollo Provincial, Vicepresidencia de la República. Oficina de Planificación (ODEPLAN). enero 2001
<http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_emp/@emp_policy/@invest/documents/genericdocument/wcms_asist_8636.pdf>
Consulta: 18 enero 2013
- CISNEROS VACA CESAR RAMIRO, “Identificación de Unidades de Paisajes en la Estación Científica de Ecosistemas Alto andinos y Agua Los Encinos” ESPE 2005.