



7^{mo}
Congreso de
Medio Ambiente

Actas 7mo Congreso de Medio Ambiente AUGM
22 al 24 de mayo de 2012. UNLP. La Plata Argentina

LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE RELLENO SANITARIO APLICANDO TÉCNICAS MULTICRITERIO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) EN EL ÁREA METROPOLITANA DEL ALTO PARANÁ

Optimal location of sanitary landfill applying multicriteria techniques in geographic information systems (GIS) in the metropolitan area of the Alto Paraná

Mariela Giménez Vera^{a*}, Carlos Ricardo Cardozo Carrera^b

^{ab} Carrera de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional del Este (UNE), Km 17,5 Ruta Internacional Nro. VII, Minga Guazú, Alto Paraná, Paraguay. marie_gimenez@hotmail.com,
ricardocardozo@fiaune.edu.py

* Autor para correspondencia: +595 973 523512

Palabras Claves: relleno sanitarios SIG, análisis multicriterio

Keywords: sanitary landfill, GIS, multicriteria analysis

Título abreviado: Localización óptima de instalaciones

ABSTRACT

We analyzed the optimal location for a landfill using multicriteria techniques in a GIS (Geographic Information System), in the Districts of Hernandarias, Ciudad del Este, Minga Guazú and President Franco (Alto Paraná), establishing the characteristics and criteria appropriate for the purpose indicated, locating likely areas for installation and representing the results through thematic mapping. Reference was made to Resolution No.: 282 of the Ministry of Environment (SEAM), which implements criteria for the selection of areas relating to solid waste disposal in sanitary landfills. Calculations were performed which allowed to determine the requirement of land area in relation to the estimated population and eventual life. This allowed mapping to develop a model which expresses the input data, procedures applied in the GIS space, using the Arc View software, and the values assigned to each criterion for exclusion, thereby determining optimal areas for sanitary landfill, preparing maps theme for the better observation of the plots. This allowed us to select the areas that meet the ideal characteristics for the landfill facility. After the multi-criteria analysis were selected 6 (six) plots located in the District of Minga Guazú with surfaces, 16, 20, 21, 28 and two of 17 hectares. In conclusion it was determined the best places to locate landfills using GIS techniques, and it was possible to produce thematic maps of the study area and selected plots within it.

RESUMEN

Se analizó la localización óptima para un relleno sanitario mediante técnicas multicriterio en un SIG (Sistema de Información Geográfico), en los Distritos de Hernandarias, Ciudad del Este, Minga Guazú y Presidente Franco (Alto Paraná), estableciendo las características y criterios apropiados para el fin señalado, localizando las áreas probables para su instalación y representando los resultados mediante cartografía temática. Se tomó como referencia la Resolución N°:282 de la Secretaria del Ambiente (SEAM), que implementa criterios para la selección de áreas referentes a la disposición final de residuos sólidos en rellenos sanitarios. Se realizaron cálculos que permitieron determinar el requerimiento de superficie del terreno en relación a la población estimada y su eventual vida útil. Esto permitió elaborar un modelo cartográfico donde se expresan los datos de entrada, procedimientos espaciales aplicados en el SIG, con la utilización del Software Arc View, y los valores asignados a cada criterio de exclusión, determinando así las áreas óptimas para relleno sanitarios,

confeccionando mapas temáticos para mejor observación de las parcelas. Todo esto permitió seleccionar las áreas que reúnen las características óptimas para la instalación de Relleno Sanitario. Luego del análisis multicriterio fueron seleccionadas 6 (seis) parcelas ubicadas en el Distrito de Minga Guazú, con superficies de; 16, 20, 21, 28 y dos de 17 hectáreas. En conclusión se pudo determinar los lugares óptimos para localizar rellenos sanitarios utilizando técnicas de SIG, así mismo fue posible la elaboración de los mapas temáticos del área de estudio y de las parcelas seleccionadas dentro del mismo.

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más acuciantes que sufre hoy el medio ambiente, resultado directo de la propia evolución de la actual sociedad de consumo, es la producción de los residuos. Las actividades que el hombre realiza son de muy diversa índole y naturaleza, y, en función de las mismas se generan distintos tipos de residuos de diferente composición, estado o peligrosidad. De acuerdo con estas características, el tratamiento, gestión y almacenamiento de los distintos residuos varían dando lugar a la necesidad de crear toda una serie de infraestructuras y mecanismos de gestión con el fin de evitar cualquier deterioro ambiental.

La Secretaría del Ambiente en 2004, indica en su Resolución N° 282, ciertos criterios para la selección de áreas para la disposición final de residuos sólidos en rellenos sanitarios, tales como: Criterios de Exclusión (distancia a cursos hídricos, zonas urbanas, rutas, aeropuertos) Criterios Técnicos (tamaño de área, vida útil, facilidad de acceso, profundidad de la napa freática, etc.); Económico-Financiero (distancia al centro

de recolección) Político-Social (distancia de vivienda más próxima, centro educativo, centro de salud).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son sistemas informáticos especialmente adecuados al estudio de problemas de localización, disponen de muchos de los elementos necesarios para su estudio: coordenadas de posición que permite estimar distancias y separaciones entre lugares, información sobre las características de la demanda y de la oferta, etc. Y todo ello en un ambiente especialmente preparado para efectuar cálculos y operaciones con estos datos y, por lo tanto, poder aplicar mucho de los conceptos e instrumentos elaborados previamente por la Geografía, la Economía Espacial y otras disciplinas.

Combinando los SIG y técnicas de evaluación multicriterio, facilita encontrar las mejores localizaciones para situar los distintos usos del suelo que deseamos realizar en una región (Barredo, 1999).

Según afirma (Palm, 2004), Localiza es un software diseñado como un Sistema de Ayuda a la Decisión Espacial especializado en la localización de equipamientos sociales. Está basado en la aplicación y en los formatos de datos del SIG Idrisi. Las instalaciones o equipamientos sociales son aquellos en los cuales se concentran los recursos materiales y humanos necesarios para llevar a cabo una actividad de interés colectivo. En cualquier caso dependiendo de la naturaleza de la instalación, ésta se puede considerar deseable o indeseable por los habitantes que se encuentran en su entorno o dentro de su radio de influencia.

Teniendo en cuenta la posibilidad de utilización de esta herramienta como es el SIG, en la búsqueda de un territorio que por sus características puedan ser aptos para los fines propuestos, el presente trabajo analizó el lugar más apropiado para un relleno sanitario dentro de la Metrópolis del Alto Paraná. El valor se halla en que la localización más adecuada posible de las actividades humanas sobre el territorio, es una labor de gran importancia para la mejora de la calidad de vida de la población y el control de la contaminación del medio ambiente

METODOLOGÍA

Localización

El área para la realización de este trabajo fueron los Distritos de Hernandarias, Ciudad del Este, Presidente Franco y Minga Guazú, ubicados en el Departamento de Alto Paraná, cuya superficie es de 1.489.500 Has. Estos municipios poseen abundantes recursos naturales y además problemas ambientales similares y homogéneos, se caracterizan por las actividades agrícolas y comerciales realizadas en sus respectivas zonas, razones por las que se les puede considerar como las más representativas del Departamento de Alto Paraná.

Procedimientos para la localización óptima

Criterios establecidos por la SEAM según Resolución N° 282

- *Criterios de exclusión*

- Distancia de curso hídrico área inundable, manantiales y bañados*

Mayor a 200 metros, distancia medida horizontalmente a partir de la cota máxima de inundación.

Este criterio dependerá del tipo de relleno sanitario a ser implementado.

- Distancia de zona urbana*

Menor a 5000 habitantes: 500 a 2000 metros a partir del perímetro urbano

5000 a 15000 habitantes: 2000 a 5000 metros a partir del perímetro urbano

Mayor a 50000 habitantes: 5000 a 10000 metros a partir del perímetro urbano.

- Distancia de ruta*

Nacionales: de 100 metros a partir de la franja de dominio

Departamentales: 50 metros a partir de la franja dominio

Municipales: 20 metros a partir de la franja de dominio

- Aeropuertos*

Internacionales: 3000 metros

Nacionales: 1000 metros

Distancias de área de protección ambiental y cultural: 1000 metros

- *Criterios Técnicos*

- Tamaño del área:* De acuerdo con la vida útil pretendida

- Vida útil mínima:* Igual o mayor a 5 años.

- Facilidad de acceso:* El acceso al terreno debe tener buena condiciones de tránsito de manera que permita el ingreso de los vehículos recolectores inclusive en día de lluvia.

- Profundidad de la napa freática:* Para relleno sanitario con impermeabilización de base a través de membrana plástica, la distancia de la napa freática a la base no podrá ser

inferior a 1,5 metros. Para rellenos sanitarios con impermeabilización de base a través de carnada de arcilla, la distancia de la napa freática a la base de más de 3,0 metros y la carnada impermeabilizante deberá tener un coeficiente de permeabilidad de 1×10^{-6} cm/s.

-Coeficiente de permeabilidad del suelo: Para el uso de un área como sitio de disposición final de residuo sólidos urbanos, es importante que el suelo del terreno seleccionado tenga una cierta impermeabilidad natural, con vista a reducir las posibilidades de contaminación de las aguas subterráneas.

-Pendiente del terreno: La importancia de este criterio es en relación a la preservación del suelo, siendo las áreas con declividad menor a 3% la más adecuada para el uso pretendido. Observación: La declividad es una característica no restrictiva para la construcción de rellenos sanitarios, apenas es deseable siendo el intervalo considerado entre 1 y 15% de declive.

-Uso y ocupación del terreno: Las áreas se deben localizar en una región donde el uso de suelo sea rural o industrial y fuera de cualquier área de Conservación Ambiental.

Tipo de suelo: Preferentemente arcilloso.

-Disponibilidad de material de cobertura: Preferentemente el terreno debe contar o encontrarse a menos de 1000 metros de zonas de préstamo de material para la cobertura diaria de los residuos.

- *Criterio Económico-Financiero*

-Distancia al centro de recolección: Es deseable que la distancia hasta el relleno sanitario, sea el menor posible, con vista a reducir los costos relacionados con el transporte.

- *Criterio Político-Social*

-Distancia de vivienda más próxima: 500 metros

-Distancia de pozos de abastecimiento de agua: 500 metros

-Distancia a centro educativo: 500 metros

-Distancia a centro de salud: 500 metros

-Acceso al área: El tráfico de los vehículos transportando los residuos a los rellenos sanitarios puede causar trastornos a los pobladores ubicados a las vías de acceso, por tal motivo es deseable que el acceso al área se realice por vías con baja densidad demográfica.

Caracterización del terreno

Para la caracterización más apropiada del terreno se utilizaron datos topográficos con el fin de analizar el drenaje natural que posee, mapa de suelo, uso actual del suelo, áreas protegidas, mapas de vías, entre otros.

Cálculo para la vida útil y área requerida del terreno

Se utilizaron las formulas propuestas en el Manual Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales, según (Jaramillo & Zepeda, 1991) para el cálculo del volumen y superficie ideal de un relleno sanitario, teniendo en cuenta datos del área de estudio, tales como:

- Número de Habitantes
- Densidad Poblacional
- Cobertura estimada del Servicio de Recolección, entre otros.

De esta forma se obtuvo como resultado el área estimada para un relleno sanitario por un tiempo de 10 años.

Análisis Multi-criterio

Este análisis se realizó asignando a cada capa de información del área de estudio un valor numérico, para lo cual se necesitó tener toda la información en una misma escala. El valor numérico depende del criterio que se esté tratando, cartográficamente se asignó los valores 0 (cero) zonas no aptas y 1 (uno) zonas aptas. Una vez elaborados estos criterios cartográficos, se procedió a la superposición de los mismos y a la suma algebraica de estos mapas de base, con lo cual se obtuvo un resultado, indicando las zonas más aptas para la instalación de rellenos sanitarios. Esto se aprecia mejor en el modelo cartográfico.

Elaboración de Cartografía temática

Las informaciones obtenidas previamente en el procesamiento de los datos cartográficos, fueron utilizadas como base para la elaboración de mapas temáticos (mapa que, sobre una base topográfica elemental de referencia, destaca, mediante la utilización de diversos recursos de las técnicas cartográficas, correlaciones, valoraciones o estructuras de distribución de algún tema concreto y específico) y tablas con información resultantes del análisis multicriterio.

RESULTADOS

Características y criterios del terreno para la localización del relleno sanitario

Para la selección del área óptima para el relleno sanitario fueron tomados como referencia los criterios emitidos por la SEAM en su Resolución N° 282. Los cuales son:

Criterios de exclusión

Cursos Hídricos: El área de estudio comprende los ríos Paraná, Monday y Acaray, entre ellos numerosos arroyos los cuales son; Arroyo Acaray-Mi, Arroyo lía, Arroyo Santa María, Arroyo León, Arroyo Negro, Arroyo Pira Pyta, Arroyo Amambay, Arroyo Mboy-cua entre otros, a los cuales se les estableció una distancia de 200 metros a partir de la cota máxima de inundación otorgando un valor 0 (cero) no apto para áreas menores de 200 metros y un valor 1(uno) apto para áreas con distancias mayores de 200 metros como se indica en la Figura 1.

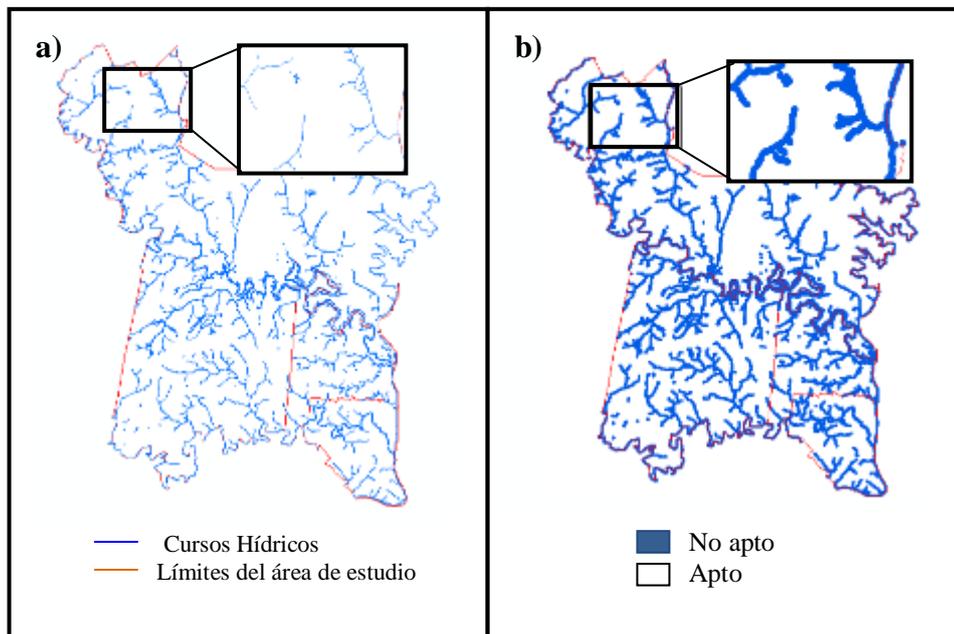


Figura 1. Cursos Hídricos del área de estudio, a) Sin buffer y b) Con buffer. Indicando los lugares aptos y no aptos para el relleno. Minga Guazú 2010. Fuente Propia

Figure 1. Water streams of the study area, a) without buffer and b) with buffer. Apt and inapt sites to use as landfill areas. Minga Guazú 2010. Source: the authors.

Zona Urbana: Para discriminar este criterio dentro del Sistema de Información Geográfico, se utilizó la capa de "viviendas y servicios" la cual posee información sobre la ubicación de todas las viviendas, centros asistenciales, escuelas, comercios, etc., sirviendo como parámetro para la delimitación del área urbanizada, donde se determinó una distancia de 500 metros a partir de cada punto de esta capa de información asignándole valor 0 (cero) no apto, y el restante del área de estudio que no es afectada, se le asignó el valor 1 (uno) apto.

Rutas Nacionales: teniendo en cuenta que por el sitio de investigación cruza la Ruta N^o VII Dr. José Gaspar Rodríguez de Francia al cual se le estableció una distancia de 100 metros a partir de la franja de dominio, otorgándole un valor de 0 (cero) no apto para áreas menores a 100 metros y un valor de 1 (uno) apto para áreas con distancia mayor a 100 metros.

Vías o rutas municipales, a los cuales se les determino una distancia de 20 metros a partir de la franja de dominio teniendo en cuenta que fue asignado un valor de 0 (cero) no apto para áreas menores de 20 metros y un valor de 1 (uno) apto para áreas con distancias mayores de 20 metros.

Aeropuerto: El Distrito de Minga Guazú hace parte del área de estudio en el cual está asentado el Aeropuerto Guaraní, clasificado entre los criterios como aeropuerto Internacional al mismo se fijo una distancia de 3000 metros, asignando un valor 0 (cero) no apto para áreas menores de 3000 metros y valor 1(uno) apto para áreas con distancia mayores a 3000 metros.

Áreas de protección ambiental y cultural: Podemos citar a la Reserva Ecológica Tatiyupi situado el Distrito de Hemandarias, Camasil encontrado en el Distrito de Minga Guazú, Saltos del Monday y Moisés Bertoni ambos ubicados en el Distrito de Presidente Franco, a los mismos se les otorgó una distancia de 1000 metros asignando un valor de 0 (cero) no apto para áreas menores a 1000 metros y valor 1 (uno) apto para áreas con distancias mayores a 1000 metros.

Criterios técnicos

Tamaño del área: Teniendo en cuenta que el tamaño del área depende de la vida útil que se le desea dar al relleno sanitario, es decir si se quiere una vida útil de 5 años se necesita una superficie que según los cálculos realizados posea 15,4211 ha, si la vida útil deseada es de 10 años la superficie necesaria debe contener 3 6,03 71 ha.

Vida útil mínima: Así como se indicó en el punto anterior se estableció como vida útil mínima de 5 años y máximo de 10 años.

Facilidad de acceso: En cuanto a este punto, se seleccionaron 6(seis) parcelas, dentro del Sistema de Información Geográfica (SIG), que cuentan con mayor facilidad de acceso. En todos los casos la vía principal de acceso es la Ruta VII y luego se conectan por sistemas viarios municipales.

Profundidad de la napa freática: como no se cuentan con datos precisos sobre esta información, se optó por elegir a las parcelas que se encuentran en las zonas del terreno más elevadas, teniendo en cuenta el comportamiento normal de la napa freática en la

zona, donde a mayores alturas, se encuentra entre los 10 y 20 metros, y en las zonas bajas entre 1 a 10 metros.

Coeficiente de permeabilidad del suelo: El coeficiente de permeabilidad es un indicador de la mayor o menor dificultad con que un suelo resiste a la percolación del agua a través de sus poros. De acuerdo con el tipo de suelo que tienen las distintas parcelas, la permeabilidad es moderada, es decir el agua se elimina del suelo con facilidad pero no con rapidez.

Tipo de suelo: La descripción del tipo de suelo encontrado en las parcelas seleccionadas se hace siguiendo el orden jerárquico del sistema taxonómico: Orden es Oxisol Suborden Udox. "Localización óptima de relleno sanitario aplicando técnicas multicriterio en un SIG". Gran grupo Kandiodox Subgrupo Rhodickandiudox, Familia Arcillosa muy fina. Entre sus principales características se puede mencionar lo siguiente; los Oxísoles cubren una superficie considerable de la Región Oriental del país, posee un horizonte óxico y se ubica por debajo de la capa superficial o arable del suelo, las arcillas predominantes son los óxidos hidratados de hierro (Fe) y de aluminio (Al) y la caolinita, se desarrolla a partir de roca basáltica, bajo vegetación boscosa, en un paisaje de lomadas con pendiente suave a inclinada, buen drenaje y rocosidad nula.

Pendiente del Terreno: El cual se clasifico en menores a 3% considerados aptos para el área pretendida asignándoles valores de 0 (cero) no apto para áreas con más de 3% de declividad y valor 1 (uno) apto para áreas menores a 3% de declividad, es decir los terrenos que posean una declividad menor a 3% son los indicados para la instalación de un relleno sanitario.

Uso y ocupación del terreno: El área seleccionada para la ubicación del relleno sanitario se encuentra en una región donde el uso del suelo es rural y por ende cumple con los criterios emitidos por la SEAM.

Disponibilidad de material de cobertura: Con el beneficio de contar con parcelas que tiene superficies amplias y por el tipo de suelo que posee, habrá buen recurso a lo referido a material de cobertura, por la textura arcillosa, fácil de extraer, baja permeabilidad y elevada capacidad de absorción de contaminantes.

Criterios económico-financieros

Distancia al centro de recolección: En cuanto a este criterio, se introdujo en el SIG, puntos correspondientes a los núcleos más poblados del área de estudio, determinándose un área de interés (buffer) de 20 Km. alrededor de estos núcleos, excluyéndose así aquellas parcelas que se encuentran fuera de esta área. Parcelas Seleccionadas –Buffer -
Limites del área de estudio.

Criterio político-social

Los criterios tales como viviendas, pozos de abastecimiento, centros educativos y centros de salud ya fueron incluidos dentro del criterio de exclusión en zonas urbanas.

Áreas más probables para la instalación de un relleno sanitario, mediante el análisis espacial multicriterio

Descripción del Modelo Cartográfico

"El termino modelo cartográfico se refiere a la utilización de las funciones de análisis de un sistema de información geográfica bajo una secuencia lógica de tal manera que se puedan resolver problemas espaciales complejos" (Codazzi, 1996).

El modelo cartográfico trata de presentar la información mostrando patrones y distribuciones de rasgos o elementos espaciales. Este modelo no conduce a recomendaciones. Su análisis es limitado a recuperar y mostrar la información espacial.

Básicamente es la elaboración de un mapa.

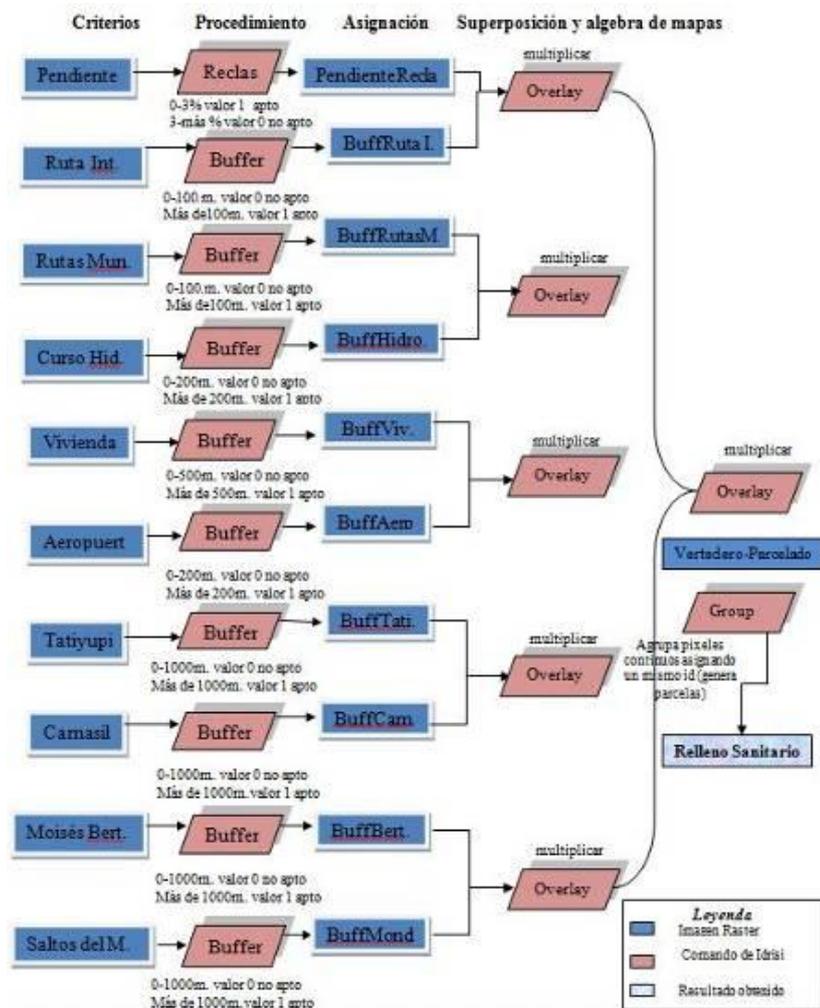


Figura 2. Modelo cartográfico para la localización de rellenos sanitarios. Minga Guazú 2010. Fuente Propia.

Figure 2. Cartographic model to locate sanitary landfills. Minga Guazú 2010. Source: the authors.

Para el criterio de *Ruta Internacional* se utilizó la función *Buffer* del SIG, la operación consiste en establecer un área en torno a un elemento cartográfico (punto, línea o polígono) estableciendo una distancia radial al elemento, es así que tenemos, BuffRuta I como se observa en la figura 2. Igualmente tuvieron el mismo tratamiento los demás criterios citados. La función *Overlay* fue utilizado para multiplicar los datos obtenidos previamente y obtener con ello un resultado parcial de Vertedero-Parcelado, luego se utilizó la función *Group* que se empleó para agrupar pixeles continuos de un mismo valor y llegar con ello al resultado final de Relleno Sanitario.

Parcelas probables para el relleno sanitario

Se han seleccionado aquellas parcelas candidatas que cumplen con los criterios emitidos por la SEAM en diversos sectores del sito de investigación. El resultado fue de 6 parcelas, como se observa en la Figura 3, cuyas características se presentan a continuación:

La parcela N° 1 está ubicada en el Distrito de Minga Guazú, cuenta con una superficie de 17 hectáreas comprendida entre las coordenadas N: 724252 y E: 7176114, con una altura de 247 metros sobre el nivel del mar, a una distancia de 2470 metros de la Ruta N° VII, entre los tramos de acceso que llevan al lugar, se encuentra la calle del km 16 y 18 Monday. La imagen del gráfico está conformada por una capa denominada Modelo Digital de Elevación (MDE), el cual se define como una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de la altitud de la superficie del terreno (Felicísimo, 1994).

La parcela N° 2 está situada en el Distrito de Minga Guazú, cuenta una superficie de 20 hectáreas comprendida entre las coordenadas N: 724252 E: 7175698, con una altura de

245 metros sobre el nivel del mar a una distancia de 3250 metros de la Ruta N° VII, entre las vías de acceso que llevan al lugar, se encuentra la calle del km 16 y 18 Monday.

La parcela N° 3 está situada en el Distrito de Minga Guazú, cuenta una superficie de 28 hectáreas comprendida entre las coordenadas N: 725931 y E: 7173494, a una altura de 243 metros sobre el nivel del mar, con una distancia de 4800 metros de la Ruta N° VII, entre las tramos de acceso que llevan al lugar, se encuentra la calle del km 14 y 16 Monday

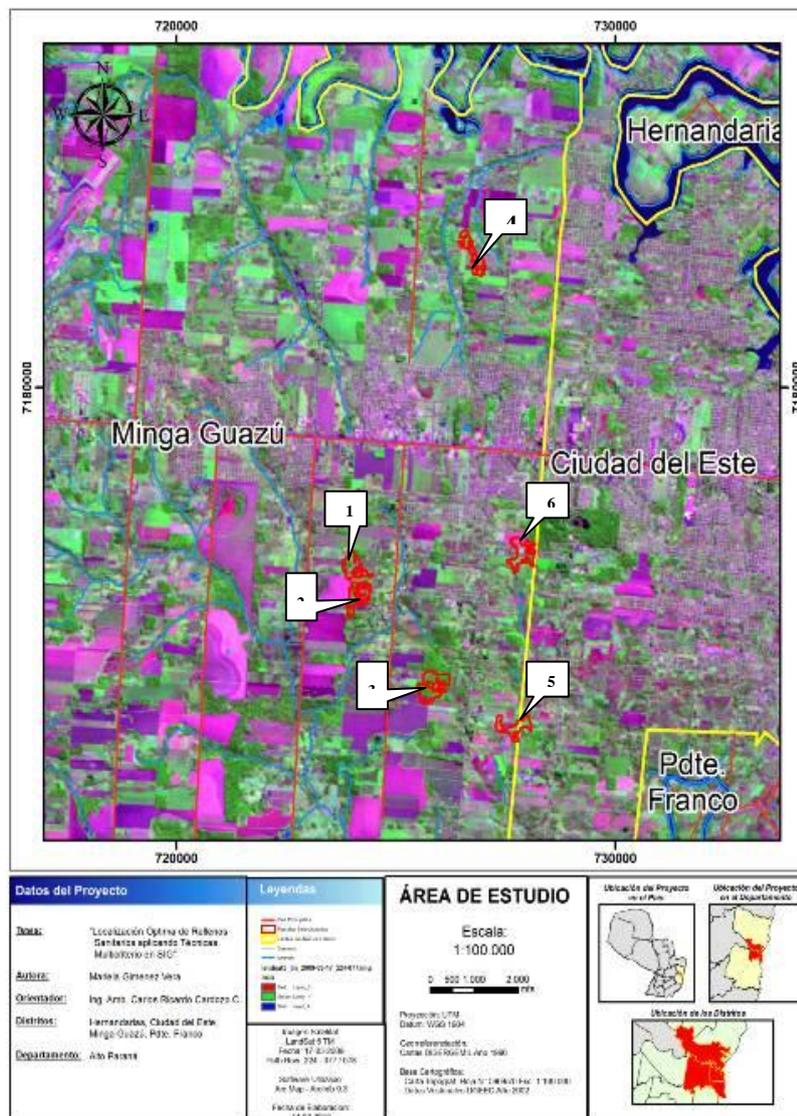


Figura 3. Localización de parcelas seleccionadas. Minga Guazú 2010. Fuente Propia.

Figure 3. Location of selected sites. Minga Guazú 2010. Source: the authors.

La parcela N° 4 está situada en el Distrito de Minga Guazú, cuenta una superficie de 16 hectáreas comprendida entre las coordenadas N: 726792 y E: 7182692, a una altura de 235 metros sobre el nivel del mar, con una distancia de 3830 metros de la Ruta N° VII, entre las tramos de acceso que llevan al lugar, se encuentra la calle del km 14 y 16 A caray.

La parcela N° 5 está situada en el Distrito de Minga Guazú en frontera con Ciudad del Este, cuenta una superficie de 17 hectáreas comprendida entre las coordenadas N: 727509 y E: 7172633, a una altura de 230 metros sobre el nivel del mar, con distancia de 5800 metros de la Ruta N° VII, entre las tramos de acceso que llevan al lugar, se encuentra la calle del km 14 y 12 Monday. La parcela N° 6 está situada en el Distrito de Minga Guazú en frontera con Ciudad del Este, cuenta una superficie de 21 hectáreas comprendida entre las coordenadas N: 726792 y E: 7176636, a una altura de 254 metros sobre el nivel del mar, con distancia de 2100 metros de la Ruta N° VII, entre las tramos de acceso que llevan al lugar, se encuentra la calle del km 14 y 12 Monday.

DISCUSIÓN

El empleo de tecnologías de geolocalización ha permitido identificar los posibles locales propicios para la instalación de rellenos sanitarios. Se pudo comprobar, mediante una evaluación multicriterio que la mayoría de los espacios propicios para la instalación de relleno sanitario se encuentran en lado Monday del distrito de Minga Guazú, entre Ciudad del Este (nótese que en el km 12 Monday se encuentra el vertedero municipal de Ciudad del Este) y el km 16 y 18.

Si bien la mayoría de estos espacios no son habitados, hay que tener en cuenta la gran cantidad de humedales y cursos de agua que se encuentran alrededor y prever el posible crecimiento urbano e industrial en esa dirección. Sin embargo, la planificación inmediata constituiría un gran avance para el desarrollo urbanístico y el tratamiento apropiado de los residuos sólidos producidos en la región.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el trabajo de investigación revelan que: para las características y criterios más apropiados del terreno para la localización óptima del relleno sanitario se utilizaron como referencia los Criterios emitidos por la SEAM en su resolución No 282/04 Por La cual se implementan los criterios para la selección de áreas para la disposición final de residuos sólidos en relleno, los cuales son: Criterios de Exclusión, Criterios técnicos. Criterios Económicos-Financieros y Político-Social, por medio de los mismos se pudo determinar los lugares aptos mediante la utilización del Sistema de Información Geográfica (SIG) de forma efectiva los posibles lugares para la instalación en cuestión.

Con referencia a la localización de áreas más probables para la instalación del relleno sanitario, y según el análisis multicriterio que se ha realizado, fueron seleccionadas 6 parcelas dentro del área de estudio, encontrándose la mayoría en el Distrito de Minga Guazú y una parte en frontera con el Distrito de Ciudad Del Este, los cuales poseen superficies de; 16 ha, 21 ha, 20 ha, 28 ha y dos parcelas de 17 ha.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barredo J. 1999. Los SIG en la ordenación del territorio: Posibilidades y desarrollo utilizando evaluación multicriterio. P 105-115 En: *Sistemas de información geográfica y teledetección espacial aplicadas a la ordenación del territorio y el medio ambiente*. Universidad de Talca, Talca, Chile
- Codazzi IGA. 1996. *Modelo de datos urbano: Catálogo de objetos co-u y catálogo de símbolos cs-2000*. Ministerio de Hacienda y Credito Publico, Colombia, Instituto Geografico Agustin Codazzi.
- Felicísimo AM. 1994. *Modelos digitales del terreno: Introducción y aplicaciones en las ciencias ambientales*. Pentalfa, Oviedo, España
- Jaramillo P JA & Zepeda P F. 1991. *Residuos sólidos municipales; guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*. OPS Serie Técnica, 28
- Palm F. 2004. Estructura general del programa localiza. P 117-145 En: Bosque Sendra J & Moreno Jimenez A (Eds), *Sistemas de información geográfica y localización óptima de instalaciones y equipamientos*,. Ra-Ma, Madrid, España