

UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN
“Oscar Lucero Moya”
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE DIPLOMA

**APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTO PARA OPTIMIZAR LA INFRAESTRUCTURA
URBANA DE RECOGIDA Y TRANSPORTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN
BUENAVENTURA.**

YUDELKIS SALCEDO FERNÁNDEZ

HOLGUÍN

2015

UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN

“Oscar Lucero Moya”

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE DIPLOMA

**APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTO PARA OPTIMIZAR LA INFRAESTRUCTURA
URBANA DE RECOGIDA Y TRANSPORTACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN
BUENAVENTURA.**

Autora: YUDELKIS SALCEDO FERNÁNDEZ

Tutor: MSc. María Onelia Urbina Reynaldo

Consultante: MSc. Ernesto Pérez González

HOLGUÍN

2015

PENSAMIENTO

“La lucha contra las tendencias negativas y la lucha contra los errores cometidos continuarán indefectiblemente, porque tenemos el deber sagrado de perfeccionar todo lo que hacemos, (...), tenemos el deber sagrado de no estar satisfechos jamás, ni siquiera cuando creamos que estamos haciendo las cosas bien hechas, mucho menos vamos a estar satisfechos cuando sabemos que no están haciéndose todas las cosas lo bien hechas que tienen que hacerse.” (Fidel Castro Ruz, 1986)

DEDICATORIA

A ese pedazo de cielo que ilumina mi alma cada día con tan solo una sonrisa, mi bebe.

A mis padres, por ser mis guías y darme las fuerzas para realizar mis sueños.

AGRADECIMIENTOS

A mi dios, por darme fuerzas para seguir adelante a pesar de las dificultades.

A mis padres, por sacrificarse por mí durante todos estos años.

A mi hermana, por exigir siempre lo mejor de mí.

A mis padrinos, por ser fuente de amor y admiración.

A mi tutora, por su cariño, dedicación y ayuda para lograr este triunfo.

A mi consultante, por su apoyo incondicional.

A toda mi familia, por estar siempre ahí para mí.

A mis amigos por compartir conmigo tan buenos y malos momentos en especial a Yisel, Rosalina, Anelis, Danita, Bebé, Aurora, Yanelis, Iliana, Dianelis, Yadian, Yarlexis, Rubislandy,.....

A Santiago, por darme el mayor motivo para seguir adelante, MI BEBE.

A Idelmar, por su entrega y compromiso.

A Maité y demás miembros de las entidades implicadas por su colaboración.

A todos los profesores del departamento, por su guía y comprensión.

A los trabajadores de las Unidades Educativas 2 y 5, y del hotelito, en especial a Bertha Julia, Jesús, Sonia, Leticia y Juan Carlos; por sus atenciones.

A TODOS mis vecinos por su preocupación y apoyo especialmente a José A.

A todos los que de una forma u otra colaboraron para hacer este sueño realidad.

Y también a todos aquellos que me sirvieron de obstáculos, por obligarme a crecer ante las dificultades.

RESUMEN

El ineficiente manejo de los residuos sólidos urbanos continúa siendo en la actualidad motivo de preocupación para el mundo por su fuerte incidencia en la calidad de vida y la conservación del medio ambiente. El crecimiento poblacional y las urbanizaciones espontáneas, así como la falta de educación ambiental, son algunos de los factores que han provocado mayor generación de residuos en los últimos años. Cuba no está exenta a esta problemática pues gran parte de sus asentamientos presentan situaciones higiénicas preocupantes. Tal es el caso del asentamiento urbano de Buenaventura en el municipio Calixto García; en el cual durante la presente investigación se implementó un procedimiento encaminado a minimizar las deficiencias encontradas en el servicio de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos mediante la optimización de la infraestructura urbana que interviene en ese subsistema. Se logran alcanzar resultados satisfactorios al extender a toda la población un servicio eficiente adecuado a las exigencias del asentamiento; que prevé elevar la calidad de vida al cumplir con los requisitos higiénicos sanitarios y medioambientales establecidos; además de brindar una imagen fresca de las calles y espacios públicos, así como el apoyo y la satisfacción expresada por los habitantes. La solución del problema de la investigación y el cumplimiento del objetivo fue posible con la implementación de un sistema de métodos de investigación científica de naturaleza teórica, empírica y estadística – matemática.

ABSTRACT

The non-efficient management of urban residuals is still one of the aspects that worry the majority of mankind because of the influence on humans and the environment. The amount of population spontaneous urbanity process, so as the missing environmental education are some of the facts that bring about more urban residuals in the last years. Cuba is within this problem too because a lot of settlements get complicated hygienic situations, Buenaventura is an urban settlement with these characteristics. Trough out this research a procedure was carried out to minimize some problems while collecting and taking the urban residuals for optimizing this process. Good results were accomplished to widespread this efficient service to the people to get a higher life level. In another hands a better urban image with clean streets and public places so as the satisfaction of the settlers. The solution to the problem expressed in this research and the accomplishment of the main objective was possible because of the application of some methods of scientific research of theoretical nature so as empirical and mathematics - statistics.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
CAPITULO -1: FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS DEL ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA URBANA DE RECOGIDA Y TRANSPORTACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	21
1.1 Residuos sólidos: evolución y tendencias	27
1.1.1 Características e impacto de los residuos sólidos urbanos	30
1.2 Infraestructura urbana. Características y tipologías	32
1.2.1 Infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos. Variables que intervienen	35
1.3 Experiencias en la integración de la infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos	39
1.3.1 Experiencias internacionales	40
1.3.2. Experiencias nacionales .	43
1.3.3 Experiencias en el asentamiento urbano de Buenaventura	45
Conclusiones parciales	46
CAPÍTULO -2: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA OPTIMIZAR LA INFRAESTRUCTURA URBANA DE RECOGIDA Y TRANSPORTACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL ASENTAMIENTO URBANO DE BUENAVENTURA	47
2.1 Concepciones metodológicas para la implementación del procedimiento para optimizar la infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos.	47
2.2 Metodología para optimizar la infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos urbano.	48
2.3 Optimización de la infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos en el asentamiento urbano de Buenaventura.	52
Conclusiones parciales.	66
CONCLUSIONES GENERALES	68
RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

GLOSARIO DEFINICIONES

DEFINICIONES:

Almacenamiento de residuos sólidos: acumulación de los residuos sólidos de una comunidad, en los lugares donde se producen los mismos o en los alrededores a éstos, donde se mantienen hasta su posterior recolección NC 133: 2002

Análisis del ciclo de vida (ACV): recopilación y evaluación de las entradas, las salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto a través de su ciclo de vida. NC-ISO 14040:2009

Autoridad competente: es la facultada para la aplicación y la exigencia del cumplimiento de lo dispuesto en la presente Ley y su legislación complementaria. Ley No. 81 DEL MEDIO AMBIENTE

Ciclo de vida: etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema del producto, desde la adquisición de materia prima o de su generación a partir de recursos naturales hasta la disposición final. NC-ISO 14040:2009

Costo ambiental: es el asociado al deterioro actual o prospectivo de los recursos naturales. Ley No. 81 DEL MEDIO AMBIENTE

Daño ambiental: toda pérdida, disminución, deterioro o menoscabo significativo, inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes, que se produce contraviniendo una norma o disposición jurídica. Ley No. 81 DEL MEDIO AMBIENTE

Desarrollo sostenible: proceso de elevación sostenida y equitativa de la calidad de vida de las personas, mediante el cual se procura el crecimiento económico y el mejoramiento social, en una combinación armónica con la protección del medio ambiente, de modo que se satisfacen las necesidades de las actuales generaciones, sin poner en riesgo la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras. Ley No. 81 DEL MEDIO AMBIENTE

Desechos peligrosos: aquellos provenientes de cualquier actividad y en cualquier estado físico que, por la magnitud o modalidad de sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, explosivas, inflamables, biológicamente perniciosas, infecciosas,

irritantes o cualquier otra, representen un peligro para la salud humana y el medio ambiente. Ley No. 81 DEL MEDIO AMBIENTE

Desechos radiactivos: aquellos que contienen o están contaminados con radionucleidos que se encuentran en concentraciones o con actividades superiores a los niveles establecidos por la autoridad competente. Ley No. 81 DEL MEDIO AMBIENTE

Disposición final: proceso final de la manipulación de los residuos sólidos. NC 135: 2002

Diversidad biológica: variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y complejos ecológicos de los que forman parte. Comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. Ley No. 81 DEL MEDIO AMBIENTE

Ecosistema: sistema complejo con una determinada extensión territorial, dentro del cual existen interacciones de los seres vivos entre sí y de éstos con el medio físico o químico. Ley No. 81 DEL MEDIO AMBIENTE

Educación ambiental: proceso continuo y permanente, que constituye una dimensión de la educación integral de todos los ciudadanos, orientada a que en la adquisición de conocimientos, desarrollo de hábitos, habilidades, capacidades y actitudes y en la formación de valores, se armonicen las relaciones entre los seres humanos y de ellos con el resto de la sociedad y la naturaleza, para propiciar la orientación de los procesos económicos, sociales y culturales hacia el desarrollo sostenible. Ley No. 81 DEL MEDIO AMBIENTE

Estrategia Ambiental Nacional: expresión de la política ambiental cubana, en la cual se plasman sus proyecciones y directrices principales. Ley No. 81 DEL MEDIO AMBIENTE

Estudio de impacto ambiental: descripción pormenorizada de las características de un proyecto de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo, incluyendo su

tecnología y que se presenta para su aprobación en el marco del proceso de evaluación de impacto ambiental. Debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación del impacto ambiental del proyecto y describir las acciones que se ejecutarán para impedir o minimizar los efectos adversos, así como el programa de monitoreo que se adoptará; Ley No. 81 DEL MEDIO AMBIENTE

Evaluación de impacto ambiental: procedimiento que tiene por objeto evitar o mitigar la generación de efectos ambientales indeseables, que serían la consecuencia de planes, programas y proyectos de obras o actividades, mediante la estimación previa de las modificaciones del ambiente que traerían consigo tales obras o actividades y, según proceda, la denegación de la licencia necesaria para realizarlos o su concesión bajo ciertas condiciones. Incluye una información detallada sobre el sistema de monitoreo y control para asegurar su cumplimiento y las medidas de mitigación que deben ser consideradas. Ley No. 81 DEL MEDIO AMBIENTE

Evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV): fase del análisis del ciclo de vida dirigida a conocer y evaluar la magnitud y cuán significativos son los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto a través de todo el ciclo de vida del producto. NC-ISO 14040:2009

Gestión ambiental: conjunto de actividades, mecanismos, acciones e instrumentos, dirigidos a garantizar la administración y uso racional de los recursos naturales mediante la conservación, mejoramiento, rehabilitación y monitoreo del medio ambiente y el control de la actividad del hombre en esta esfera. La gestión ambiental aplica la política ambiental establecida mediante un enfoque multidisciplinario, teniendo en cuenta el acervo cultural, la experiencia nacional acumulada y la participación ciudadana. Ley No. 81 DEL MEDIO AMBIENTE

Incineración de residuos sólidos: proceso de combustión de los residuos sólidos hasta convertir en cenizas todas las porciones combustibles de los residuos sólidos, utilizando hornos u otros medios técnicos, debiendo existir monitoreo a tales efectos. NC 134: 2002

Infraestructura urbana: (etimología: Infra = debajo) es aquella realización humana diseñada y dirigida por profesionales de Arquitectura, Ingeniería Civil, Urbanistas, etc., que sirven de soporte para el desarrollo de otras actividades y su funcionamiento, necesario en la organización estructural de las ciudades y empresas.

Interpretación del ciclo de vida: fase del análisis del ciclo de vida en la que los hallazgos del análisis del inventario o de la evaluación del impacto, o de ambos, se evalúan en relación con el objetivo y el alcance definidos para llegar a conclusiones y recomendaciones: NC-ISO 14040:2009

Medio ambiente: sistema de elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos con que interactúa el hombre, a la vez que se adapta al mismo, lo transforma y lo utiliza para satisfacer sus necesidades. Ley No. 81 DEL MEDIO AMBIENTE

Programa Nacional de Medio Ambiente y Desarrollo: proyección concreta de la política ambiental de Cuba, que contiene lineamientos para la acción de los que intervienen en la protección del medio ambiente y para el logro del desarrollo sostenible. Constituye la adecuación nacional de la Agenda 21. Ley No. 81 DEL MEDIO AMBIENTE

Reciclaje: también se usan los términos separación de materiales, recuperación o reutilización: consiste en el aprovechamiento de los materiales para su posterior re inserción en el circuito de producción industrial o en el ciclo de producción agrícola, sufran transformaciones o no. NC 134: 2002

Recolección y transportación de residuos sólidos: traslado de los residuos sólidos en vehículos destinados a este fin, desde los lugares de almacenamiento hasta el sitio donde serán dispuestos, con o sin tratamiento previo. NC 133: 2002

Recursos naturales: todos los componentes del medio ambiente, renovable o no renovable, que satisfacen necesidades económicas, sociales, espirituales, culturales y de la defensa nacional, garantizando el equilibrio de los ecosistemas y la continuidad de la vida en la tierra. Ley No. 81 DEL MEDIO AMBIENTE

Residuos sólidos peligrosos: se consideran residuos sólidos peligrosos los provenientes de cualquier actividad y en cualquier estado físico que, por la magnitud o modalidad de sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, explosivas, inflamables, biológicamente perniciosas, infecciosas, irritantes o cualquier otra, representen un peligro para la salud humana y medio ambiente. NC 135: 2002

Residuos Sólidos Urbanos: según la Normativa Cubana NC 133-2002 son un conjunto de materiales sólidos de origen orgánico e inorgánico que resulta de un proceso de fabricación, transformación, uso, consumo o limpieza, cuando su propietario lo destina al abandono, con la excepción de las excretas humanas.

Selección: proceso de elección de un material entre los residuos sólidos con el objetivo de su recuperación. Este proceso puede realizarse en la fuente generadora o en instalaciones centrales que cuentan con operaciones de selección. NC 134: 2002

Tratamiento de residuos sólidos: conjunto de procesos y operaciones mediante los cuales se modifican las características físicas, químicas y biológicas de los residuos sólidos, con la finalidad de reducir su volumen y el riesgo para la salud del hombre, los animales y la contaminación del medio ambiente. NC 135: 2002.

Variable ambiental: elemento del medio ambiente susceptible de ser medido o evaluado por diferentes métodos cualitativos o cuantitativos. Ley No. 81 DEL MEDIO AMBIENTE

Vertedero: terreno para la disposición final de los residuos sólidos, con características específicas, según las regulaciones higiénicas sanitarias y ambientales. NC 135: 2002

INTRODUCCIÓN

La sociedad actual se traza como meta el logro y mantenimiento de ciudades limpias y ordenadas con un máximo aprovechamiento de sus espacios y recursos que ofrezcan una imagen nueva y fresca de sus asentamientos. Varias son las entidades estatales que tienen la responsabilidad de dar cumplimiento a esta aspiración social, entre ellas la Empresa de Servicios Comunales que es la encargada de mantener pulcras las calles, áreas verdes y espacios públicos, mediante la prestación de servicios de recogida, transportación y destino final de los residuos sólidos urbanos. Sin embargo la insuficiencia en estos servicios es actualmente una limitante de la efectividad del proceso de saneamiento comunal en los asentamientos urbanos.

Esta problemática ha estado vigente desde el surgimiento y desarrollo de la especie humana. Con el progresivo crecimiento de la comunidad y el inicio del proceso de urbanización creció la tendencia a la concentración urbana y su desarrollo socioeconómico que transformó los residuos sólidos en una fuente evidente de contaminación ambiental. Este fenómeno comienza a acrecentarse en la Edad Media, época en la que su constante vertido hacia el medio ambiente (calles y espacios abiertos) provoca la proliferación de grandes epidemias que afectaron a la población europea.

A fines del siglo XVIII el desarrollo de la Revolución Industrial, que tomó más fuerza durante el XIX, propició con el crecimiento paralelo de la ciencia, la técnica y del comercio; la aparición de nuevas actividades industriales y el aumento de la concentración humana en ciudades, dando lugar a la contaminación ambiental por la incipiente aparición de grandes residuos sólidos sin ningún manejo.

Hoy día el mundo enfrenta condiciones sociales, medio-ambientales, higiénico-sanitarias y económicas difíciles, lo cual provoca enfermedades como el ébola, cólera, dengue, hepatitis, entre otras; ocasionadas por vectores y gérmenes producto de la contaminación ambiental y la mala higiene en las ciudades y asentamientos. En consecuencia con esto, Cuba; consciente de la necesidad de un medio donde la población tenga garantizada una elevada calidad de vida, participa en la

implementación de los convenios internacionales que abogan por la protección del medio ambiente y está además inserta en la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo, en cuyos principios se definen los derechos y responsabilidades de todas las naciones.

Desde el año 2004 las agencias de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y para los asentamientos humanos (UN-HABITAT), en coordinación con el Gobierno Local de Holguín, desarrollaron en esta ciudad el proyecto Agenda 21 Local/GEO: “Fortalecimiento de la planificación y gestión urbano-ambiental”, con el objetivo de crear capacidades locales que permitan identificar las complejidades y problemas que afectan o limitan el crecimiento y desarrollo de la ciudad y sus recursos naturales.

Uno de los temas abordados en él fue el manejo de los residuos sólidos urbanos, que pese a los esfuerzos del Gobierno por revertir el mal manejo de los mismos, continúan siendo un problema para la protección y conservación del medio ambiente. Esta problemática no es ajena a la realidad de municipios y localidades de la provincia de Holguín, y a la cual no escapa el asentamiento urbano de Buenaventura en el municipio Calixto García.

La realidad antes expuesta evidencia la necesidad de encontrar soluciones que conlleven a un correcto proceso de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos, tomando las precauciones necesarias para preservar el entorno natural y la salud de la especie humana y que oriente el pensamiento social hacia la política encaminada al reciclaje, refrendada en los Lineamientos del VI Congreso del PCC.

Por tanto, la presente investigación se propone dar solución a la problemática identificada en el proceso de saneamiento comunal en el asentamiento urbano de Buenaventura.

Para ello se consultaron investigaciones y estudios referidos al tema que aportaron visiones diferentes, dentro de ellos se revisaron el de Güereca, (2006). “Desarrollo de una metodología para la valoración en el análisis del ciclo de vida aplicada a la gestión integral de Residuos Municipales”. Tesis Doctoral. Barcelona; Urbina, (2011).

“La ordenación de los residuos sólidos en la ciudad de Holguín. Enfoque desde un modelo espacial”. Trabajo profesional especialidad de postgrado en ordenamiento territorial, La Habana; Zaldívar (2014). “Procedimiento para optimizar la infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Holguín”. Tesis presentada en opción al Título de Ingeniero Civil, Holguín.

Además, acogidos a la máxima martiana: “Los que intentan resolver un problema no pueden prescindir de ninguno de sus datos, ni es posible dar solución a la honda revuelta de un país en que se mueven diversos factores, sin ponerlos de acuerdo de antemano, o hallar un resultado que concuerde con la aspiración y utilidad del mayor número.”(Martí, 1875), fue preciso analizar la situación actual, causas y factores que intervienen, así como sus impactos.

Como resultado del diagnóstico empírico; en los servicios de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos en el asentamiento de Buenaventura, se pudieron identificar como principales deficiencias, las siguientes:

- Inestabilidad en el ciclo y la calidad de los servicios de recogida y transportación.
- Déficit en el parque automotor para los servicios de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos.
- No existe vinculación de los subsistemas de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos con la infraestructura urbana del asentamiento.

Para cumplir la aspiración social de un correcto proceso de saneamiento comunal como base para elevar la calidad de vida, condiciones higiénico-sanitarias, medioambientales, y un mayor uso de los recursos procedentes del reciclaje, se hace necesario minimizar las deficiencias identificadas y aplicar el procedimiento correcto para optimizar la infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos en el asentamiento.

Para ello se plantea como **problema de investigación**: Dificultades en el saneamiento comunal del asentamiento urbano de Buenaventura, por insuficiencias de los servicios de recogida y transportación de los residuos sólidos.

Se propone como **objeto de la investigación**: La gestión de los residuos sólidos urbanos y como **campo de acción**: la optimización de la infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos.

Por tanto se plantea como **objetivo general**: Aplicar un procedimiento para optimizar la infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos en el asentamiento de Buenaventura.

Se definen como **objetivos específicos** los siguientes:

1. Analizar los fundamentos teórico-metodológicos del manejo de los residuos sólidos urbanos.
2. Evaluar los subsistemas de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos en el asentamiento de Buenaventura.
3. Aplicar y validar el procedimiento para optimizar la infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos a las características físico-geográficas y poblacionales del asentamiento de Buenaventura.

La **hipótesis** que defiende esta investigación plantea que: con la optimización de la infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos, el proceso de saneamiento contará con la calidad esperada; el asentamiento mejorará sus condiciones higiénico-sanitarias, medioambientales, la imagen urbana y por ende la calidad de vida de los pobladores del asentamiento de Buenaventura.

Fueron necesarias durante la investigación la realización de las siguientes **tareas**:

1. Análisis de los fundamentos teóricos-metodológicos que sustentan el estudio de la infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos.

2. Diagnóstico del estado actual de los subsistemas de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos en el asentamiento Buenaventura.
3. Aplicación y validación del procedimiento para optimizar la infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos a las características físico-geográficas y poblacionales del asentamiento.

Los **métodos** de investigación científica aplicados durante el desarrollo de esta investigación fueron:

Métodos teóricos:

- Análisis y síntesis: para el análisis e interpretación de la bibliografía consultada que permitió sintetizar el problema investigativo que nos ocupa, las causas que lo originan y la optimización de la infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos para darle solución.
- Histórico – lógico: Permitted conocer las regularidades y tendencias que caracterizaron la aparición de los residuos sólidos urbanos y su manejo partiendo del ciclo de vida de los mismos en interrelación con las características de la infraestructura urbana de recogida y transportación; haciendo énfasis en las experiencias precedentes en el mundo y en Cuba.

Métodos empíricos:

- Observación científica: para la caracterización del estado actual del subsistema de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos y las variables que lo provocan para llegar hasta su optimización a través del trabajo de campo.
- Recopilación de datos: obtención de la información pertinente al curso de la investigación que fue orientada al análisis y diagnóstico del proceso de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos.
- Modelación: Para modelar la aplicación de la propuesta como aporte de la investigación.

- Análisis documental: para la ejecución de los procesos de caracterización empírica del objeto de la investigación con énfasis en su campo, así como para el análisis histórico del mismo.

Método estadístico-matemático:

- Estadístico descriptivo: permitió organizar y presentar las informaciones derivadas de los procesos del diseño de la muestra, de la caracterización empírica del objeto y de la validación de la propuesta (cálculos sencillos, tablas estadísticas y gráficas estadísticas).

Se aspira que el trabajo realizado, **aporte** a la comunidad, un ambiente sano, libre de gérmenes, residuos y vectores, un escenario paisajístico agradable y habitacional, una recolección apropiada y eficiente de los residuos sólidos en el medio urbano; a través de una transportación efectiva y económica hasta las instalaciones de descarga y la correcta orientación de las entidades implicadas hacia una mayor eficiencia del proceso de saneamiento comunal.

La **novedad científica** de la investigación está expresada en la revelación de la importancia de la optimización de la infraestructura urbana para la recogida y transportación de los residuos sólidos, al hacer latente su estrecha relación con la calidad de vida, las condiciones medioambientales y la imagen urbana del asentamiento. Se espera que la propuesta condicione mejoras sociales y económicas al brindar un asentamiento más limpio y organizado con la participación directa de las entidades implicadas y una mayor conciencia por parte de la comunidad para minimizar la contaminación provocada por el inadecuado manejo de los residuos sólidos; así como para elevar el pensamiento de la población hacia la obtención de mayores volúmenes de materia prima derivados de una correcta selección y clasificación de los mismos.

La presente investigación tiene **actualidad** ya que pone en práctica los Lineamientos del VI Congreso del Partido Comunista de Cuba, orientando a las entidades responsables y a la conciencia comunitaria hacia una mayor organización en el proceso de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos lo cual

propiciará además el mayor aprovechamiento de los mismos como materia prima resultante del reciclaje.

En lo adelante la tesis se estructura en: dos capítulos, Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografía y Anexos.

Capítulo 1. Fundamentos teórico-metodológicos del análisis de la infraestructura urbana para la recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos: Se analizan las tendencias y evolución de los residuos sólidos urbanos, metodologías empleadas para su manejo, así como las experiencias nacionales e internacionales de modelos de aplicación.

Capítulo 2: Implementación del procedimiento para optimizar la infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos en el asentamiento Buenaventura. Se establecen las bases metodológicas de la investigación. , se aplica y valida el procedimiento para la optimización de la infraestructura urbana de su recogida y transportación.

CAPITULO 1. FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS DEL ANÁLISIS DE LA INFRAESTRUCTURA URBANA DE RECOGIDA Y TRANSPORTACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

1.1 Residuos sólidos: evolución y tendencias

El constante desarrollo de la especie humana propició que pasara de poblaciones nómadas a establecerse en comunidades o asentamientos en los que con el tiempo fueron acumulándose aquellos residuos que por su composición no pudieron ser absorbidos por la naturaleza. Surgen así los llamados residuos sólidos que al inicio no fueron considerados como un problema por ser acumulados en cantidades ínfimas en relación con la baja densidad poblacional existente en ese entonces. Sin embargo, con el progresivo crecimiento de la comunidad y el inicio del proceso de urbanización fue creciendo la tendencia a la concentración urbana y su desarrollo socioeconómico fue transformando estos pequeños residuos sólidos en una fuente evidente de contaminación ambiental.

Los intentos por frenar esta situación se hicieron visibles desde el año 3000 A.C. en el que en Knossos, Creta, comienza a funcionar un vertedero. Se trataba de fosas para depositar los residuos que se cubrían de tierra. Luego en el año 500 A.C. el gobierno de Atenas abre el primer vertedero municipal a una milla de la ciudad donde el reuso y el reciclaje eran comunes. Se alimentaba a los animales con restos de vegetales y el estiércol era usado como fertilizante.

No obstante la problemática comienza a acrecentarse en la Edad Media, época caracterizada por ciudades carentes de infraestructuras medioambientales, sociedades sin cultura, nula protección social y pobreza. En ese entonces los residuos se quemaban en fogatas fuera de las casas o se tiraban en las calles y los comercios se agrupaban constituyendo núcleos en los centros de las ciudades aumentando el problema. A pesar de que en 1297 en Londres, se emitiera una ley en la que se requería que se mantuviera limpio el frente de las casas, los residuos y drenajes se continuaban tirando en las calles; las pocilgas se construían fuera de las casas y la comida podrida bloqueaba los desagües.

Este constante vertido de residuos sólidos procedentes de viviendas e industrias hacia el medio ambiente provocó la proliferación de grandes epidemias que afectaron a la población europea, como ejemplo la Peste Bubónica; enfermedad que en Europa provocó la muerte a un tercio de sus habitantes, entre los siglos XIV- XVII. Un poco más tarde en el año 1408 en Reino Unido, Enrique IV establece que la basura debía quedarse dentro de las casas hasta que los barrenderos tocaran para llevársela a fosas.

El desarrollo de la Revolución Industrial, a fines del siglo XVIII, provocó el crecimiento de la contaminación ambiental por la incesante producción de grandes volúmenes de residuos sólidos sin ningún manejo, pues los métodos tradicionales de disposición, tales como alimentar a los cerdos ya no fueron posibles en las ciudades, donde las calles estaban llenas de pilas de basura y algunos pobladores comenzaban a hurgar en ellas, encontrando en los residuos una forma de vida, ya que comerciaban con materiales que encontraban, monedas, trozos de metal, ropa, huesos y algunas veces joyas. La reclamación y el reciclaje dependían entonces del incentivo económico.

En el propio siglo XIX tuvo lugar un movimiento de filántropos y administradores públicos en Inglaterra que buscaban mejoras para los pobres en cuanto a sus condiciones de vida, logrando la introducción gradual de legislaciones que trataban el tema de las escasas condiciones del saneamiento. En 1848 en Reino Unido el Acta Pública de Salud comienza el proceso de regulación de residuos. La solución planteada fue sacarla de las viviendas y almacenarla en montones dentro de hoyos, que al llenarse eran vaciados y los residuos se transportan en carretas de caballos hacia los pantanos.

Para 1874 se diseña el primer destructor de basura, que al quemar los residuos producía vapor para generar electricidad y en 1875 el Acta de Salud Pública en Reino Unido, descarga en las autoridades locales, la responsabilidad de la remoción y disposición de los residuos.

Debido a que a fines del siglo XIX se vieron acrecentadas las malas condiciones higiénicas en Inglaterra se logra aprobar en 1888 un acta de sanidad urbana, tomando como prohibiciones el vertido de residuos sólidos en diques, ríos y aguas. Más tarde en 1899 en Estados Unidos se promulga el Rivers and Harbors Act con el cual se buscaba controlar el vertido de escombros en aguas navegables y en terrenos adyacentes. Posteriormente, en este mismo país se publica, en 1906, La Evacuación de Basuras Municipales, el primer libro que trataba únicamente sobre el tema de residuos sólidos.

Para el año 1930 en Reino Unido se animaba a la gente a quemar en casa sus residuos bajo el slogan “Quema tu basura –Reduce tus ratas”. En esta época se extraían de los residuos algunos materiales magnéticos y botellas (INTEGRA, 2004). En la segunda mitad del siglo XX surge la sociedad de consumo y la producción comenzó a incrementarse, creando nuevos residuos y nuevos problemas. La comercialización de estos en latas de aluminio o plásticos crece y para cubrir la demanda se incrementa la manufactura de empaques, la extracción de materiales no renovables, la agricultura y el procesamiento de alimentos, todo lo cual genera sus propios residuos. Paradójicamente, esta época también trajo consigo un incremento paulatino de la preocupación sobre la necesidad de preservar el ambiente, ahorrar energía y conservar los recursos.

A partir del año 1960, el ambiente natural comienza a ser considerado en la toma de decisiones; pero no de una forma global, sino abordando problemas ambientales específicos. Este aspecto no representa una solución a largo plazo porque sólo se logran trasladar los efectos ambientales entre áreas geográficas o a través del tiempo.

Por otro lado, el desarrollo de múltiples actividades económicas y de servicios en el territorio tienden a acumular los problemas ambientales inherentes al desarrollo urbano, al punto que la problemática ambiental de los grandes centros se ha convertido en factor determinante del deterioro de la calidad del hábitat, la salud y el bienestar de sus habitantes, con otras posibles consecuencias indirectas sobre el

medio ambiente nacional y global. Estos hechos han atraído la atención sobre la gestión ambiental urbana como un tema prioritario de la agenda pública ambiental, identificándose para ello la necesidad de formular una política que dé respuesta a la realidad ambiental urbana actual y que oriente el accionar de los actores institucionales y sociales que tiene que ver con ésta.

Pero no es hasta el año 1982 que el incremento de los volúmenes de residuos sólidos y sus consecuencias es patentizado como un problema real para el medio ambiente, esto conllevó a un análisis integral de la afectación que producen en las urbanizaciones de las ciudades.

El primer evento regional que trata el tema es el Foro de Ministros de América Latina y el Caribe. En el año 1996 en la Segunda Conferencia Mundial de Naciones Unidas sobre Asentamientos Humanos (Hábitat II “La Cumbre de las ciudades”), en Estambul, se reconoce la contribución directa y vital que pueden hacer al avance social y económico a la existencia de ciudades productivas y sustentables, que incluyan un manejo adecuado de sus residuos como contribución directa al medio ambiente.

En el año 2002 es celebrada la Cumbre de Johannesburgo donde son aprobadas las directrices por la Iniciativa Latinoamericana y del Caribe, la Estrategia Ambiental Urbana para América Latina y el Caribe del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el inicio del proceso de evaluaciones ambientales denominado “Perspectivas del Medio Ambiente Mundial” que ha llegado a ciudades de la región con el nombre de proyecto GEO-Ciudad. Además se celebra en Río de Janeiro del 22 al 26 de marzo del 2010 la Quinta Sesión del Foro Urbano Mundial, cuyo lema central “El derecho a la ciudad: uniendo el urbano dividido”, trató las posibles formas de reducir las diferencias del ingreso urbano, la desigualdad y la pobreza en las ciudades, a través del acceso a la vivienda, al agua, al saneamiento y al servicio para todos, con el objetivo de lograr ciudades más inteligentes y sostenibles en el futuro.

Actualmente los residuos sólidos urbanos continúan siendo un problema para la protección y conservación del medio ambiente. Es notable la necesidad de encontrar una solución que conlleve a su correcto manejo, tomando las precauciones necesarias para preservar el entorno natural y la salud de la especie humana, garantizando una calidad de vida óptima. Para lograrlo el estado cubano ha implementado los convenios internacionales a favor de la protección del medio ambiente y está inserto dentro de la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo, en cuyos principios se definen los derechos y responsabilidades de todas las naciones.

1.1.1 Características e impactos de los residuos sólidos urbanos.

La constitución de los residuos varía de un país y de una cultura a otra. Pueden contener materia orgánica putrescible (desechos de la cocina y mercado,); materia orgánica combustible (papel, textiles, y hueso); y plásticos, metales, vidrio, aceite, grasa y materiales inertes (suelo y ceniza). Pueden además contener microorganismos patógenos.

Según su composición se clasifican en:

- Residuos orgánicos: todo desecho de origen biológico, que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo, por ejemplo: hojas, ramas, cáscaras y residuos de la fabricación de alimentos en el hogar.
- Residuos inorgánicos: todo desecho de origen no biológico, de origen industrial o de algún otro proceso no natural, por ejemplo: plástico, telas sintéticas.
- Residuos peligrosos: todo desecho, ya sea de origen biológico o no, que constituye un peligro potencial y por lo cual debe ser tratado de forma especial, por ejemplo: material médico infeccioso, residuo radiactivo, ácidos y sustancias químicas corrosivas.

Según su origen se agrupan en:

- Residuos domiciliarios: basura proveniente de los hogares y/o comunidades.

- Residuos industriales: su origen es producto de la manufactura o proceso de transformación de la materia prima.
- Residuos hospitalarios: desechos que son catalogados por lo general como residuos peligrosos y pueden ser orgánicos e inorgánicos.
- Residuos comerciales: provenientes de ferias, oficinas, tiendas, y cuya composición es orgánica, tales como restos de frutas, verduras, cartones y papeles.
- Residuos urbanos: correspondientes a los generados por las poblaciones, como residuos de parques y jardines, mobiliario urbano inservible, limpieza urbana.
- Basura espacial: objetos y fragmentos artificiales de origen humano que ya no tienen ninguna utilidad y se encuentran en órbita terrestre.

La composición de los residuos urbanos varía en función de tres factores: el nivel de vida de la población, la actividad desarrollada por esta y la climatología propia de la región. Por ello es fundamental conocer algunas de las propiedades físicas de los residuos sólidos urbanos para prever y organizar los sistemas de recogida.

- Grado de humedad: La humedad se encuentra presente en los residuos urbanos en un porcentaje aproximado al 40% en peso. Debe ser tomada en cuenta por su importancia en los procesos de compresión, producción de lixiviados, transporte, procesos de transformación, tratamientos de incineración o de recuperación energética, y procesos de separación en la correspondiente planta de reciclado. En ellos la humedad tiende a homogeneizarse. Esta es una de las principales causas de degradación de determinados productos.
- Peso específico: La densidad tiene vital importancia para calcular las dimensiones de los recipientes de pre-recogida, tanto de los domicilios privados como de las vías públicas (calles, avenidas, plazas, parques), así como también es un factor básico que determina los volúmenes de los

equipos de recogida y transporte, tolvas de recepción, cintas o capacidad de vertederos. Puede variar dependiendo del grado de compactación al que se encuentran sometidos los residuos.

- **Granulometría:** El grado de segregación de los materiales y el tamaño físico de los componentes elementales representan un valor imprescindible para el cálculo de las dimensiones en los procesos mecánicos de separación. Estos valores deben ser tomados con sumo cuidado, puesto que en las operaciones de recogida se afecta las dimensiones como consecuencia de la compresión o de mecanismos trituradores.

Es de suma importancia además conocer con exactitud sus propiedades químicas para determinar correctamente los ciclos de recogida evitando que puedan servir como contaminantes ambientales o medio de reproducción de insectos. Entre estas se encuentran

- **Poder calorífico:** Capacidad potencial de desprender determinada cantidad de calor cuando se quema. Se mide en unidades de energía por masa y oscila entre 800 y 1600 kcal/kg.
- **Potencial de hidrógeno:** Grado de acidez o alcalinidad de los materiales. Incide de manera negativa en el recurso suelo.
- **Relación carbono/nitrógeno:** Indica el grado de descomposición de la materia orgánica. Es la capacidad del residuo para ser utilizado como compostaje.

Los residuos no aprovechables constituyen un problema para muchas sociedades, sobre todo para las grandes urbes así como para el conjunto de la población del planeta, debido a que la sobrepoblación, las actividades humanas modernas y el consumismo han acrecentado mucho la cantidad de basura que se genera. Lo anterior junto con el ineficiente manejo de los residuos (quemados a cielo abierto, disposición en tiraderos o vertederos ineficientes) provoca problemas tales como la contaminación, que resume afectaciones de salud y daño al ambiente, conflictos

sociales y políticos, y amenaza la capacidad regenerativa de los sistemas naturales; originando impactos negativos:

- En forma de molestias públicas: Los residuos sólidos abandonados obstruyen los desagües y drenajes abiertos; invaden los caminos, restan estética al panorama, y emiten olores desagradables y polvos irritantes.
- La Salud Pública es afectada cuando los residuos sólidos no son correctamente contenidos y recolectados en el ambiente vital y de trabajo.
- Su incorrecta eliminación en un botadero abierto facilita el acceso por parte de animales domésticos y, subsecuentemente, la potencial diseminación de enfermedades y contaminantes químicos a través de la cadena alimenticia. El humo generado por la quema de basura en botaderos abiertos constituye un importante irritante respiratorio y puede hacer que las poblaciones afectadas tengan mucho más susceptibilidad a las enfermedades respiratorias.
- Directos: los daños ambientales debido a la eliminación de residuos sólidos pueden incluir la contaminación de la calidad del suelo, de las aguas subterráneas y superficiales, y del aire. Resultan impactos adversos de la ubicación incorrecta, diseño inadecuado o mala operación.

De igual manera el agua subterránea puede ser contaminada al recibir el agua superficial contaminada, o por el aflujo superficial directamente del depósito de residuos sólidos. En el caso del suelo sus propiedades físicas, químicas y biológicas se ven profundamente alteradas cuando sobre éste se depositan residuos no biodegradables. Consecuencia directa de una contaminación edáfica moderada es la desaparición de la flora y la fauna de la región afectada, la alteración de los ciclos biogeoquímicos y la pérdida de nutrientes esenciales para la existencia de vida animal o vegetal. La contaminación más evidente es ocasionada por el esparcimiento de la basura por acción del viento y descarga clandestina en áreas abiertas y al lado de los caminos.

1.1.2 Ciclo de vida de los residuos sólidos urbanos.

El análisis del ciclo de vida de los residuos sólidos es un procedimiento que no surge rígidamente sino es el resultado del desarrollo de varios estudios anteriores.

Mediante el ACV es posible determinar los potenciales impactos ambientales asociados con un producto o servicio, desde la extracción de la materia prima hasta su disposición final. En el caso de los residuos sólidos urbanos se comprenden todas las etapas desde la generación, el conjunto de procesos que los transforman, para su reutilización, hasta la disposición final. (Anexo 1)

En la etapa de generación se deben clasificar o separar los diversos materiales específicos del flujo de residuos, para facilitar el reciclaje o continuar la próxima etapa de manejo. Inciden la localización geográfica, la estación del año, las características de la población, la frecuencia de recogida y la legislación vigente.

Con el almacenamiento se evita que materiales de mucho valor dentro de los residuos vayan a parar a los vertederos, permitiendo un manejo sustentable que proporciona mejoras ambientales reales como la reducción de gases de efecto invernadero, la disminución de tasas de residuos que llegan a rellenos sanitarios y la maximización del aprovechamiento de los recursos.

En la etapa de recogida y transportación los residuos son retirados de la vía mediante la recogida manual o mecanizada y transportados hacia las plantas de procesamiento de materiales, una instalación de transferencia o hacia los vertederos de disposición final.

Con el tratamiento se hace posible la modificación de las características físicas, químicas o biológicas de los residuos sólidos, logrando reducir la nocividad, controlar la agresividad ambiental y facilitar su gestión. Los volúmenes diarios, la composición y naturaleza, las normativas jurídicas, las técnicas vigentes y los recursos disponibles para la inversión inicial, operación y mantenimiento, son factores determinantes en este proceso.

La disposición final se realiza en los vertederos o rellenos sanitarios, mediante métodos que minimicen los efectos degradantes sobre el medio y permitan un efectivo control en el tiempo, de forma tal, que los productos no presenten riesgos para la salud ni para los componentes de los ecosistemas.

La aparición y crecimiento de los residuos sólidos es un hecho que viene aparejado al desarrollo de la especie humana y su civilización, sin embargo, su mal manejo sigue siendo una problemática en el contexto actual. Para contrarrestar sus efectos se deben emplear además un rango de tecnologías de tratamiento dependiendo de la situación y un enfoque global con respecto al análisis, la optimización y el manejo del sistema total.

Un sistema integrado de gestión de residuos sólidos municipales debería incluir un sistema óptimo de recogida de residuos y una eficiente separación, seguido de una o más de las siguientes opciones:

- Reciclaje de materiales.
- Tratamientos biológicos de materiales fermentables.
- Tratamientos térmicos.
- Vertido.

La gestión de residuos municipales debe reducir, tanto como sea posible, los daños ambientales que genera porque actualmente sus impactos son una de las principales preocupaciones a nivel mundial (UNEP, 1996).

1.2 Infraestructura urbana. Características y tipologías.

Las ciudades desempeñan un papel central en el proceso de desarrollo. Son, en general, lugares productivos que hacen un aporte importante al crecimiento económico de la nación. Sin embargo, el proceso de crecimiento urbano acarrea a menudo un deterioro de las condiciones ambientales circundantes. Como lugar de crecimiento demográfico, actividad comercial e industrial, concentran el uso de energía y recursos y la generación de desperdicios al punto en que los sistemas

tanto artificiales como naturales se sobrecargan y las capacidades para manejarlos se ven abrumadas.

El vocablo infraestructura urbana, es utilizado habitualmente como sinónimo de obra pública por haber sido el Estado el encargado de su construcción y mantenimiento; por tanto es importante que su proyección se realice en razón de la utilidad pública y la reducción de impactos sociales y ambientales, mejorando la salud y bienestar de las comunidades. Dentro de sus componentes se encuentra el espacio público, el cual se compone de las calles, paseos arbolados, parqueos al aire libre, plazas urbanas y monumentos, parques de barrio, mini-parques, espacios abiertos, áreas verdes y espacios abiertos naturales.

De ellos son las calles las que revisten mayor importancia por ser las más utilizadas por el hombre en el andar cotidiano tanto vehicular como peatonal, e incluso muchas de ellas debido a su estética paisajística identifican diferentes zonas del país. Las arterias o vías según la NC 53-80 se clasifican en:

- Principales: poseen de cuatro a seis carriles de 3,50 m. La calzada es de 14,00 a 21,00 m. Generalmente poseen separador central, como mínimo de 1,20 a 3,00 m, dotadas de parterres y aceras de 1,50 m como mínimo cada uno.
- Menores: poseen hasta cuatro carriles de 3,50 m. La calzada es de 13,00 a 14,00 m. Están dotadas de parterres y aceras, de 1,50 m como mínimo cada uno. Diseñadas para velocidades moderadas de 60 a 69 Km/h. Admiten doble sentido de tránsito.
- Calles colectoras: Poseen hasta cuatro carriles de 3,00 a 3,50 m. La calzada es de 6,00 a 14,00 m. Poseen parterres y aceras de 1,50 m como mínimo cada uno. Diseñadas para velocidades medias y bajas de 50 a 59 Km/h dentro de las zonas residenciales, comerciales y otras.
- Vías locales: Poseen hasta dos carriles de 3,00 a 3,50 m cada uno. La calzada es 6,00 a 7,00 m. Poseen parterres y aceras de 1,5 m como mínimo

cada uno. Diseñadas para los niveles más bajos de velocidades de 30 a 49 Km/h. Pueden calificarse como calles residenciales y comerciales.

Uno de los elementos componentes de la infraestructura urbana son las tipologías urbanísticas que constituyen los modelos urbanos en virtud de la trama, características físicas, ambientales, históricas y socioeconómicas. Se identifican o clasifican dentro de la estructura urbana en:

- Tipología 1 Grandes manzanas abiertas: zonas urbanizadas conformando grandes manzanas, abiertas, con predominio de arquitectura civil pública e industrial, encontrándose en ocasiones la religiosa y militar. Las dimensiones y formas de las manzanas, así como las alineaciones y retranqueos de las edificaciones no responden a normativas establecidas y están rodeadas de amplios espacios abiertos. Aparecen aceras, por lo general con parterres, parqueos de uso público y áreas verdes rodeando las edificaciones. Se asocia, fundamentalmente, a las zonas de grandes instalaciones, de producción, espacios públicos y áreas verdes.
- Tipología 2 Manzanas abiertas: zonas urbanizadas conformando manzanas, ya sean regulares (retícula en damero) o irregulares, abiertas, con predominio de arquitectura doméstica asociada en edificaciones multifamiliares, espaciadas entre sí conforme a normativas establecidas y rodeada de amplios espacios abiertos. Predominio de aceras con o sin parterre, áreas verdes y parqueos de uso público sin techar. Se asocia, fundamentalmente, a zonas de edificios multifamiliares, construidos o no por la Revolución.
- Tipología 3 Manzanas cerradas: zonas urbanizadas mediante parcelas ortogonales, de dimensiones y formas variables, regulares o irregulares, cerradas, ocupadas predominantemente por arquitectura doméstica colonial, coexistiendo con otros usos y algunas edificaciones de etapas posteriores, fundamentalmente de la primera mitad del siglo. Aparecen edificaciones esquineras con chaflanes, parques y plazas asimiladas en la retícula urbana, generalmente hay ausencia de jardín y parterre. Las aceras son de pequeñas

dimensiones, 1,20 m y menos. Se asocian fundamentalmente a las zonas centrales de los asentamientos.

- Tipología 4 Manzanas semicerradas: zonas urbanizadas mediante parcelas ortogonales, irregulares o no, de dimensiones variables, ocupadas por edificaciones domésticas coexistiendo con otros usos, principalmente los complementarios al hábitat. Las manzanas son semicerradas, pues aparecen los pasillos laterales y de fondo. Predomina en ellas el jardín privado, aceras con o sin parterre y calles con una continuidad definida. Corresponde, por lo general, a repartos residenciales previamente proyectados e implementados.
- Tipología 5 Urbanizaciones espontáneas: puede presentarse en tres variantes, asociadas por lo general a las periferias urbanas y los barrios precarios:
 - Zonas parcialmente urbanizadas con un trazado vial incipiente factible de regularizar. Parcelas irregulares de dimensiones variables ocupadas por viviendas del siglo XX, de tipología arquitectónica V y VI.
 - Zonas sin urbanizar o con urbanización parcial, trazado irregular. Parcelas irregulares de dimensiones variables, ocupadas por viviendas de tipología arquitectónica VI sin alineación.
 - Agrupaciones lineales de viviendas a lo largo de las vías que conectan los asentamientos con los territorios, generalmente de tipologías V y VI.

1.2.1 Infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos.

Las actividades de recogida y transportación de los residuos sólidos en gran parte de los casos representan entre el 80 y el 90% de los costos totales del servicio de aseo urbano. Son identificadas por tanto como la fase más costosa del proceso y su análisis se propone de forma integrada. Solamente el servicio de recogida en la mayoría de los países en desarrollo, consume de un 30 a un 60% de las rentas municipales disponibles.

En muchos casos, estos costos pueden ser reducidos de un 30 a 50%.¹

Según Sancho (1997), en función de las demandas del servicio y el grado de tecnificación de los equipos los métodos de recogida pueden ser²:

- Método de acera: el vehículo va transitando por la calle, mientras los operarios del vehículo recolector, toman los recipientes con basura que han sido colocados por los usuarios sobre la acera, luego lo trasladan hasta el vehículo para vaciar el contenido, regresándolos posteriormente al sitio de la acera de donde los tomaron. Para que se cumpla como es debido lo anteriormente descrito es necesario lograr responsabilidad por parte de los usuarios del sistema y que el vehículo recolector transite a baja velocidad. Este método se recomienda para zonas con buenos niveles de urbanización.
- Método de esquina: el vehículo se estaciona en una esquina y los usuarios llevan sus recipientes hasta donde el vehículo recolector se encuentra estacionado para prestar el servicio. Una vez que los usuarios llegan al vehículo, le entregan al operador el recipiente y éste lo entrega a otro que se encuentra dentro del vehículo, el cual vacía su contenido, lo regresa al operario y éste al usuario. Este método se recomienda para zonas de bajos niveles de urbanización y de difícil acceso.
- Método de contenedores: en este método se ubican contenedores en lugares fijos o móviles, de forma tal que el vehículo recolector tenga un fácil acceso a ellos y que pueda realizar las maniobras sin problemas. Se recomienda para zonas de alta generación de residuos sólidos, como pueden ser las zonas de edificios multifamiliares o de grandes instalaciones de servicio como hoteles, mercados, tiendas comerciales, hospitales, entre otras.

¹ Colectivo de autores. Saneamiento ambiental. Costos de ejecución.

² Sancho y Cervera, Jaime. Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales.

Debe tomarse como consideración que al emplear recipientes comunitarios para la recolección, se debe diseñar la distancia y dirección que tendrán que caminar los residentes para descargar sus desechos sólidos, para adecuarlas a su rutina normal. Donde la tarea de llevar la basura al recipiente comunal se asigna normalmente a los niños, se debe diseñar correctamente su altura o proporcionar gradas hasta la apertura del recipiente.

Cuando los barrios presentan una elevada densidad poblacional y poco espacio disponible para el almacenaje de basura, la frecuencia de su recolección debe ser diaria en vez de cada dos o tres días, más aún en climas cálidos y húmedos, pues la velocidad de reproducción de las moscas y descomposición de los desechos es acelerada por el calor y la humedad,

Por el grado de tecnología que se utiliza y el nivel de especialización de los vehículos o medios, la recogida puede clasificarse en:

- **Mecanizada:** utiliza equipos recolectores de alta tecnología y otros equipos especializados. Son aquellos que por su diseño original, están capacitados para la prestación del servicio de recolección y posterior descarga con comodidad y seguridad. Son todos los vehículos compactadores de carga trasera y lateral; y algunos de carga lateral sin mecanismos de compactación. Se recomienda en localidades con alto grado de urbanización.
- **Semimecanizada:** se efectúa combinando el uso de equipos especializados y equipos no convencionales, como puede ser la tracción animal. Se recomienda en localidades con grado de urbanización media.
- **Manual:** se efectúa de forma manual, no utilizando vehículos para la prestación del servicio. Son más usuales en zonas de urbanización informal y de difícil acceso.

El transporte deberá efectuarse en vehículos habilitados, y debidamente acondicionados para garantizar una adecuada contención de los residuos y evitar su dispersión en el ambiente. Estos pueden clasificarse en:

Vehículos convencionales

- Vehículos de recolección por contenedores altamente especializados: son equipos donde la variante radica en el mecanismo empleado para la carga y descarga de contenedores. Cuando se usan adecuadamente, su eficiencia de recolección es muy alta. Estos sistemas no son recomendables para la recolección domiciliaria con métodos tradicionales.
- Vehículos compactadores con mecanismos de carga trasera, frontal y lateral: Cuentan con mecanismo de carga y de descarga de contenedores, cuya capacidad varía desde uno hasta seis metros cúbicos, según la potencia de dicho mecanismo. Su eficiencia de recolección es muy alta cuando se usa adecuadamente, por lo que no debe ser utilizado en la recolección domiciliaria con los métodos tradicionales de esquina, de acera o de llevar y traer. Su principal uso es para la recolección de basura en centros de gran generación como mercados, edificios multifamiliares, unidades habitacionales, supermercados y zonas de edificios multifamiliares.
- Vehículos compactadores de carga lateral: Su principal ventaja es que cuenta con un mecanismo sencillo de compactación, además de que se le puede adaptar un mecanismo para la carga y descarga de contenedores. Su principal desventaja es que la altura de carga y su diseño obligan a que un empleado viaje dentro de la caja para recibir la basura, por lo que la compactación no se hace con la regularidad debida.
- Vehículos compactadores de carga trasera: en este tipo de vehículos, la carga se hace a través de una tolva que se encuentra ubicada en la parte posterior del vehículo. Sus principales ventajas son que la altura de carga es baja, que los operarios no tienen acceso a la basura una vez que el mecanismo compactador de carga se ha hecho funcionar y, que puede atender contenedores pequeños en su ruta de recolección.
- Vehículos sin mecanismo de compactación, de carga lateral o trasera: el bajo costo de inversión y los reducidos requerimientos económicos de mano de

obra especializada para su mantenimiento, son sus principales ventajas. Su principal desventaja es la disminución en cuanto al tonelaje de basura que puede transportar. No es recomendable adaptar a este tipo de vehículos, mecanismos para la carga y descarga de contenedores.

- Vehículos tipo volteo: son más efectivos para localidades con bajos niveles de urbanización, debido a su versatilidad, pueden llegar a contar con puertas laterales para facilitar la carga. Las principales ventajas son: bajo costo comparado con un camión tecnificado y la descarga es más rápida que cuando se tienen cajas fijas. Sin embargo también presenta desventajas como: la altura de carga es muy elevada, el acomodo de la basura dentro de la caja es manual, se requiere de un empleado adicional en la cuadrilla de trabajo. Asimismo al adicionarle a la caja volumen hacia arriba, se corre el riesgo de elevar el centro de gravedad por encima de las especificaciones de diseño de los vehículos.

En muchos casos la utilización de vehículos no convencionales puede dar mejores resultados tanto en costo como en rendimiento y eficiencia, que los obtenidos con el uso de unidades recolectoras especializadas.

Vehículos no convencionales

Los vehículos de recolección no convencionales, pueden ser manuales, de tracción animal y la recolección por vehículos motorizados pequeños como los triciclos. Este tipo de vehículo se recomienda para lugares donde las condiciones del terreno, la topografía y la sección vial no permiten la entrada de los vehículos convencionales. De igual manera en zonas pequeñas, donde la cantidad de basura recolectada no justifica la utilización de equipos grandes.

1.3 Experiencias en la integración de la infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos.

Los residuos sólidos, tienden a aumentar cada año, conforme cambian los hábitos de vida y los procesos de fabricación. Sus características propias hacen que causen una

serie de problemas, que pueden revestir mayor o menor gravedad dependiendo de la situación, cuando no son tratados de la forma adecuada. Los mayores productores de residuos a nivel mundial son: Estados Unidos, Corea del Sur, Japón y Canadá. Aun así en los países desarrollados cada vez más se adoptan medidas para que los residuos causen menos efectos y daños al medio ambiente como: reciclaje, compostaje o incineración como lo hacen en Suecia que se ha vuelto líder en producción de energía a través de incinerar.

Los principales datos que se tienen de los residuos en Latinoamérica vienen principalmente de México. Desafortunadamente este país no tiene índices de tener una gran cultura en el manejo de los residuos, por lo tanto no se le puede considerar un país limpio. La mayoría de los residuos que se tiran minuto a minuto va a dar a lo que comúnmente se le llama relleno sanitario.

Otro país que también causa un daño ecológico bastante fuerte es Perú. Los estudios realizados señalaron que el 83% de los residuos que causa este país es lanzado al medio ambiente.

La falta de saneamiento en Cabo Haitiano, Haití provoca el vertido de los residuos en el suelo; los que bloquean los canales de drenaje que se desbordan ante la menor lluvia, y causan daños en las infraestructuras ribereñas.

En Estados Unidos el volumen de residuos generados ha aumentado considerablemente, hace muchos años la parte de desperdicios diarios de la civilización correspondiente a un ciudadano habría sido menos de un kilogramo; hoy es aproximadamente de 45 kilogramos; lo que equivale a casi una tonelada al año y teniendo en cuenta que la población supera los 200 millones de personas, la nación genera cerca de 3.600 millones de toneladas de residuos por año que requieren su recolección y una eliminación segura.

1.3.1 Experiencias internacionales.

Varias ciudades del mundo implementan estrategias encaminadas al ordenamiento de los residuos sólidos urbanos en cuanto a la recogida y transportación por ejemplo:

El Consorcio para la Gestión de los Residuos Sólidos de Asturias (COGERSA), es un consorcio formado por los ayuntamientos de todos los municipios asturianos y el Gobierno del Principado de Asturias para la gestión de los residuos. Fue creada en 1982; los residuos gestionados por ella van a parar al Depósito Central de Residuos Urbanos de Asturias. Si bien su objetivo inicial era la recogida de residuos urbanos, COGERSA comenzó a gestionar también residuos industriales en el año 1989, al visualizar las ventajas obtenidas con la potenciación del servicio.

En 1992 se constituyó en Jaén (ciudad y municipio español de la comunidad autónoma de Andalucía, capital de la provincia homónima) Residuos Sólidos Urbanos Jaén S.A (Resur Jaén), con la finalidad de la gestión, de forma indirecta, de los servicios relacionados con los residuos encomendados a la Diputación Provincial de Jaén por parte de los municipios. La recogida domiciliaria se lleva a cabo con camiones recolectores-compactadores cerrados que transportan la basura hasta los Complejos Medioambientales, ya sea directamente o a través de las Plantas de Transferencia.

El servicio de recogida selectiva que Resur Jaén lleva a cabo en el área de actuación descrita, consiste principalmente en la recogida selectiva de contenedores (amarillo, verde y azul) donde los distintos residuos ya han sido separados en origen de forma voluntaria y consecuente por los usuarios, para su posterior transporte a centros recicladores. Esta estrategia ha permitido aumentar las ganancias recibidas del reciclaje al ofrecer la recogida de residuos previamente seleccionados en la fuente de generación.

En Cataluña se desarrolla a partir de la ley 6/1993, de 15 de julio, reguladora de los residuos que obliga a implantar la recogida selectiva en todos los municipios de más de 5.000 habitantes. Los contenedores de recogida selectiva se diferencian por su color y forma. Su uso ha fomentado la política de gestión ambiental en el territorio evacuando mayores volúmenes de residuos sólidos a la vez que minimiza los costos de clasificación pues la misma se realiza en la fuente.

Basura cero es un concepto de vida urbana sostenible empleado en el mundo, en el cual la basura no es algo que hay que hacer desaparecer sin importar el costo social o ambiental. Bajo el enfoque de basura cero, se busca reducir la producción de residuos, reciclar y revalorizar la mayor cantidad posible de materiales, así como promover la fabricación de productos que estén diseñados para ser reusados en el largo plazo. Su premisa básica es la separación en origen que consiste en que cada ciudadano separe los residuos reciclables de los que no lo son y que pueda desecharlos de manera diferenciada. La primera ciudad en aplicar este tipo de legislación fue Canberra, Australia que en 1995 se planteó “ningún desecho en el 2010”; obteniendo excelentes resultados reflejados en el perfeccionamiento del servicio de recogida y transportación al reducir la generación de residuos y facilitar su posterior reciclaje.

La ciudad de San Francisco, en Estados Unidos, con 7.000,000 habitantes, también la aplicó al mismo tiempo y logró reducir en un 50% sus residuos urbanos en 10 años.³

En la Ciudad de Buenos Aires, en el artículo 20 la ley 1854 de gestión de los residuos urbanos indica expresamente que se deberán colocar contenedores diferenciados entre residuos secos (reciclables) y húmedos (no-reciclables) en toda la ciudad para la separación en origen. Ya fueron repartidos 20,000 contenedores en los barrios “bajos” de la ciudad como Saavedra, Núñez, Colegiales, Palermo, su utilización ha reportado ventajas al frenar el proceso de descomposición que sufrían residuos en los recipientes recicladores.

La Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE) es una empresa pública argentina encargada de la gestión de residuos sólidos urbanos del Gran Buenos Aires, incluyendo la Ciudad de Buenos Aires y 34 partidos de su

³ Anónimo. Basura en Latinoamérica. Disponible en:
<http://www.basura.es%C3%81reas/latioam%/.html>

conurbano. Tiene como principales funciones: transportar y descartar los residuos, proteger el medio ambiente, reducir, minimizar y reciclar los residuos que provienen del Área Metropolitana de Buenos Aires y la recogida selectiva de residuos. Su puesta en práctica ha arrojado ganancias al reducir los costos del servicio y las fuentes contaminantes.

Las experiencias analizadas muestran que aunque hay estudios que confirman las ventajas de la implementación de estrategias que promueven elevar la calidad del servicio de saneamiento ambiental, su aplicación no se ha extendido en la dimensión requerida.

En las estrategias trazadas no se profundiza en la optimización de la infraestructura urbana de recogida y transportación, a pesar de ser esta una de las etapas del ciclo de vida de los residuos sólidos urbanos más susceptible a optimizar.

1.3.2 Experiencias en Cuba.

Para la sociedad cubana el medioambiente constituye un bien fundamental y así ha sido expresado en la Constitución de la República en su artículo 27. En los años 1980 el crecimiento económico del país determinó un mejoramiento en la calidad de los servicios comunales y en el sector de los residuos sólidos. No obstante, a partir de 1990 se produjo un deterioro marcado de los servicios de aseo urbano a causa de los cambios económicos financieros ocurridos; incidiendo de forma directa en las condiciones ambientales y de salud de la población afectando la calidad de vida.

Los últimos estudios realizados plantean una generación diaria de 4.000 toneladas, para un promedio de 0,5 kg por habitante/día, pero ha variado su composición por la gran disminución de materiales de embalaje y otros cambios en el estilo de vida.

El deterioro de los servicios de limpieza urbana fundamentalmente por la falta de piezas de repuesto y carencia de recursos financieros para combustibles, lubricantes y otros insumos, ha propiciado la introducción del uso de la tracción animal para la recogida de los residuos que ya había sido desechada por antihigiénico y obsoleto. Esa introducción de la tracción animal también determinó la necesidad de acercar los

vertederos a las zonas pobladas e incrementar su número, la mayor parte de los cuales no cumple con los requisitos mínimos de ubicación y operación (muy especialmente en la Ciudad de La Habana), con el consiguiente riesgo para la salud, el ornato y las fuentes subterráneas de agua.

Al hacer un análisis por servicio, se observa que existe una distorsión en los costos a nivel del país ya que el costo de recogida y transportación representa 76,3%, siendo ello muy superior a lo observado en otros países. Los medios de transporte que se utilizan en Cuba son muy variados, tales como equipos de tracción animal y vehículos motorizados que consumen gasolina o petróleo. Así mismo se determinan como los mayores productores de desperdicios a Ciudad de La Habana, Santiago de Cuba y Villa Clara.

Entre los estudios realizados sobre el tema se destacan: Suárez, R A. "Estudio de la recogida, disposición final de desechos sólidos y limpiezas de calles en la ciudad de Santa Clara". 1973; Suárez R A. "Estudio del manejo de los Desechos sólidos en diez localidades de la Provincia Las Villas". 1974; Treto, M. Manejo de Los Residuales Sólidos Urbanos de la Ciudad de Santa Clara. Trabajo de Diploma. 1998; Serie Análisis Sectoriales. "El análisis sectorial de residuos sólidos de Cuba, seis años más tarde." 2002. Además, la Oficina Nacional de Normalización ha emitido la normativa: 133:2002. Residuos sólidos urbanos. Almacenamiento, recolección y transportación. Requisitos higiénico-sanitarios y ambientales.

Sin embargo a pesar de su existencia, no se han implementado estrategias que permitan dar solución a las problemáticas identificadas en ellos, lo que demuestra la necesidad de aplicar herramientas que aseguren su implementación.

1.3.3 Experiencias en el asentamiento urbano de Buenaventura.

El asentamiento urbano de Buenaventura se ha sometido en los últimos años a un fuerte crecimiento poblacional aparejado a condiciones mínimas de urbanización, proceso en el que ha sido característica la afectación del entorno natural en sus distintos componentes, afectándose de manera continua la calidad de los mismos.

El crecimiento de los grandes volúmenes de residuos sólidos carentes de un eficiente manejo es una de las consecuencias destacadas en los últimos años. Provocan a pesar de los esfuerzos de la autoridad competente la aparición de microvertederos ilegales en zonas aledañas, el vertido de residuos a riachuelos y alcantarillas así como la descarga de escombros de construcción en las vías de acceso y áreas libres.

La generación de residuos en el asentamiento tanto en las zonas residenciales como en las de servicios muestra un crecimiento paulatino con un estimado de 51.6 mm³/año (DC, 2014) y se prevé un crecimiento para el presente año. Para su recogida se emplean medios semimecanizados y tracción animal siendo la última de ellas predominante y su disposición final se llevan a cabo en un vertedero de relleno sanitario.

La falta de educación ambiental y de conciencia se manifiestan en indisciplina social e institucional, pues los mismos no clasifican los residuos, a menudo se aprecia el vertimiento de estos y de escombros en las calles, cauces de ríos, arroyos y áreas libres, unido al insuficiente control de los inspectores facultados para esta actividad.

La recogida no se realiza diaria por déficit en el parque automotor y negligencia de los responsables de la tracción animal, no se fija un horario para que la población deposite sus residuos, ni se facilitan los medios y la capacitación para su clasificación.

Existe un único vertedero para la disposición final ubicado al noroeste aproximadamente a 700 m del asentamiento aguas abajo de una micropresa. Tiene una extensión aproximada de 1 ha; fue diseñado para un aproximado de 5.000 habitantes y actualmente, a más de 28 años de explotación, sirve alrededor de 11.220 pobladores, encontrándose afectado por el gran cúmulo de desechos de descomposición tardía, por lo que se hace necesario darle tratamiento de forma continua, elevando el costo del proceso de saneamiento.

En la revisión de investigaciones acerca del tema, se constató que en el sector educacional existen tesis de maestría que abordan el manejo de residuos sólidos

desde saneamiento ambiental y como agente contaminante, dentro de sistemas de actividades o talleres para el tratamiento de temas ambientales. No obstante los resultados iniciales no han sido sistematizados por las instituciones educativas, además que al consultar los informes investigativos se observó que el tema está transversalizado, no es el centro de la propuesta; por lo que se puede afirmar que no existen en el territorio experiencias en la aplicación de estrategias que aseguren el adecuado manejo de los residuos sólidos; existiendo la necesidad de implementar un procedimiento que cumpla esa aspiración.

Conclusiones parciales.

1. El análisis de los fundamentos teórico-metodológicos del manejo de los residuos sólidos urbanos permitió precisar las causas que han incidido negativamente a lo largo de la historia en su inadecuado manejo.
2. Las experiencias internacionales y nacionales demostraron la necesidad de optimizar los modelos establecidos para las etapas de recogida y transportación.
3. El análisis de estas experiencias para el asentamiento urbano de Buenaventura reflejan la necesidad de la aplicación de un procedimiento para el manejo de los residuos sólidos urbanos logrando una mayor interrelación entre las infraestructuras urbanas de recogida y transportación, como herramientas indispensables para una óptima realización del servicio de saneamiento urbano.

CAPÍTULO 2: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA OPTIMIZAR LA INFRAESTRUCTURA URBANA DE RECOGIDA Y TRANSPORTACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL ASENTAMIENTO URBANO DE BUENAVENTURA

2.1 Concepciones metodológicas para la implementación de procedimiento para optimizar la infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos

Para la correcta aplicación de todo procedimiento metodológico deben establecerse las concepciones metodológicas y los pasos a seguir. Las mismas se materializan desde una serie de premisas entre las que se encuentran:

- **Compromiso institucional:** las entidades que intervienen en este proceso y el personal que en ellas labora, deberán poseer un compromiso con la realización y éxito del procedimiento propuesto.
- **Enfoque integrado:** es necesario la integración de los diferentes organismos e instituciones que intervienen en esta temática, para coordinar y concertar las acciones a realizar.
- **Enfoque de procesos:** se requiere la interrelación de todos los procesos que componen el ciclo de vida de los residuos sólidos urbanos.
- **Enfoque estratégico:** se precisa una estrecha relación entre los procesos que tienen lugar en el contexto urbano (crecimiento de zonas de viviendas, sistema de los servicios, sistemas de infraestructuras, sistema de transporte y vialidad), de forma que se garantice armonía, unión y complementariedad a corto, mediano y largo plazo.
- **Enfoque ambiental:** como propósito final de la recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos se debe garantizar el saneamiento urbano y la mejora de las condiciones ambientales e higiénico-sanitarias.
- **Flexibilidad:** debe permitir que las instituciones que intervengan posean la capacidad para tomar decisiones durante la organización y ejecución del

procedimiento, adaptándolo a las condiciones de cada momento, siempre que se tenga en cuenta los elementos generales del mismo.

- Orientación hacia los usuarios: es preciso considerar como indicador de la calidad del servicio de recogida y transportación, la satisfacción plena de los usuarios (ciudadanos e instituciones).
- Mejora continua: debe permitir la mejora continua del proceso de recogida y transportación de los residuos sólidos, por medio de la evaluación y ajuste, como una contribución permanente para mejorar de forma general la calidad del saneamiento urbano.

2.2 Metodología para optimizar la infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos

Para la optimización de la infraestructura de recogida y transportación de los residuos sólidos urbano se tuvo en cuenta el procedimiento elaborado por Zaldívar; 2014, que consta de cuatro fases y nueve pasos.

Fase I. Organización.

Tiene como objetivo crear las condiciones organizativas para la implementación del procedimiento para optimizar la infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos.

Paso 1-1. Creación del grupo encargado.

Se conforma un grupo de especialistas que serán los encargados de la implementación, evaluación y ajustes del procedimiento propuesto. Los mismos deben recopilar la información requerida sobre la problemática existente en la recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos, las zonas más críticas, así como, realizar un análisis retrospectivo de las principales tendencias en los últimos años. Una vez identificada la problemática, se requiere la socialización de la misma para evidenciar la importancia de constituir un grupo encargado que esté dispuesto a ser parte del mismo.

El grupo deberá estar integrado por miembros de las distintas entidades que intervienen en la recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos, desde una perspectiva integral y complementada. La composición del grupo, deberá garantizar que sea interdisciplinario y que tenga capacidad para adaptarse e integrarse a las estructuras existentes en las instituciones que intervienen, para facilitar su funcionamiento.

Paso 1-2. Capacitación del grupo.

Se deben garantizar los conocimientos en los miembros del grupo para comprender el alcance y contenido del procedimiento propuesto y la problemática existente en la ciudad, con relación a esta temática; así como, las técnicas, herramientas y acciones a considerar para optimizar la recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos.

Se requiere elaborar un Plan de capacitación donde se defina el Plan temático de las acciones a realizar, enfocadas a las siguientes temáticas:

- Manejo integral de los residuos sólidos.
- Saneamiento urbano.
- Higiene ambiental, normativa legal.
- Seguridad y salud en el trabajo, entre otros.

En este plan se definirán además la frecuencia con que se impartirán las capacitaciones (quincenal, mensual) y los especialistas que las impartirán. Este paso debe contribuir para que en las próximas fases y pasos, se mantenga la motivación y la formación permanente de los miembros del grupo.

Fase II. Análisis del medio físico.

Tiene el objetivo definir los métodos de recolección a aplicar a partir de las características físicas y urbanas de la localidad, de las tecnología y equipos disponibles y las características de la demanda existente. Se compone de cuatro pasos los cuales se describe a continuación.

Paso 2-1. Características físico-geográficas.

Se consideran la extensión territorial, la densidad poblacional, el índice habitacional y el inventario de las condiciones naturales y socio- económicas. Además el volumen de residuos sólidos generados, la frecuencia de recolección y los tipos de transporte existentes.

Paso 2-2. Identificación de las áreas críticas.

Las zonas críticas se determinarán a partir del análisis del medio físico y de cómo funciona la recogida y transportación actual, considerando el déficit de urbanización existente en el área, la concentración de problemas de conectividad y accesibilidad, mayores índices de generación, menor frecuencia de recogida, entre otros. Una vez identificada la problemática por cada una de las zonas, se representarán por separado en un plano y a partir de la superposición de los mismos, se seleccionan los zonas más críticas.

Paso 2-3. Identificación de los sectores.

Los sectores se identificarán (ver tabla 1) a partir del análisis del medio físico de las áreas según su tipología urbanística, considerando las características que los hagan homogéneos, considerando además otros aspectos como son la estructura organizativa que posee el asentamiento, la demanda exigida y las tecnologías disponibles para la transportación, según las secciones viales predominantes para la selección del método de recogida.

Tabla 1: Identificación de los sectores.

Sector	Tipología urbanística	Tecnología a utilizar	Método de recogida
1	3	Mecanizada	Contenedor
2	2	Mecanizada	Acera
3	5-2	Semimecanizada y manual	Esquina

Fuente: Tomado de Zaldívar 2014.

Fase III. Propuesta de optimización.

Tiene como objetivo realizar la propuesta de optimización de la infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos, teniendo en cuenta la tipología, las demandas existentes y las tecnologías disponibles. Se compone de dos pasos los cuales se describen a continuación.

Paso 3-1. Dimensionamiento del sistema de transporte.

Se realizará un análisis de las tecnologías disponibles. Para comprender las características y limitaciones de uso que presentan se debe partir del análisis del equipamiento, considerando las adaptaciones realizadas a los mismos o por el diseño original, para la carga y descarga de los residuos. También se tendrán en cuenta las restricciones que imponen las características físico-espaciales, las infraestructuras urbanas (vías, accesos, etc.) y las características físico-naturales del contexto urbano (topografía).

Paso 3-2 Establecimiento de la rutas de recolección

Después de conocer los elementos que condicionan la frecuencia de recogida, se procede al establecimiento de las rutas de recolección, considerando tanto la reestructuración de rutas ya existentes como la conformación de nuevas; así como los métodos de recolección que se van a aplicar.

Fase IV. Implementación, evaluación y ajuste.

Tiene como objetivo optimizar la infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos, así como evaluar los resultados de su aplicación, medir su impacto y en función de ello realizar los cambios pertinentes.

Paso 4-1. Evaluación de la eficiencia del sistema.

Se establecen los mecanismos que permitan monitorear y evaluar la evolución de este proceso en el tiempo, donde como consecuencia o no de su implementación, se determinarán las tendencias que se presentan en el mismo y su entorno de aplicación, con el objetivo de poder realizar los ajustes correspondientes que permitan su perfeccionamiento y mejora continua.

Paso 4-2. Indicadores de evaluación.

Se utilizan indicadores (Ver tabla 2) que permitan evaluar en un periodo determinado, la efectividad y factibilidad del mismo, así como el grado de interés de las instituciones implicadas y los ciudadanos.

Tabla 2: Indicadores de evaluación.

No	Nombre	Indicador	U/M
1	Cobertura de la recolección	Generación per cápita de Residuos Sólidos Urbanos por sectores	M ³
		Por ciento de la población que tiene acceso a la recolección por sectores	%
		Por ciento de Residuos Sólidos Urbanos recogidos por sectores	%, m ³
2	Disposición controlada	Frecuencia de recolección de los Residuos Sólidos Urbanos por sectores	días
		Capacidad de la tecnología	%, m ³
3	Coherencia Institucional	Por ciento del presupuesto para la recogida y transporte de los Residuos Sólidos Urbanos controlados por las instituciones.	%, MP

Fuente. Urbina, 2011.

2.3 Optimización de la infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos en el asentamiento urbano de Buenaventura

Durante la presente investigación se evaluaron y diagnosticaron los componentes de la infraestructura urbana, los subsistemas de recogida y transportación del ciclo de vida y los componentes físico-espaciales que demandan los residuos sólidos urbanos en su recogida y transportación. Se analizó la situación existente y se comprobó la ineficiencia del servicio actual

Fase I. Organización.

Como primer paso en la implementación del procedimiento se realizó una reunión con la participación de miembros de las entidades que intervienen en la recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos en la cual se expusieron los

resultados del diagnóstico realizado y las razones por las cuales se hacía necesaria la aplicación del procedimiento para optimizar la infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos.

Paso 1-1. Creación del grupo encargado.

Conscientes de la necesidad de la optimización se procedió a constituir un grupo multidisciplinario encargado de la implementación y seguimiento del procedimiento el cual quedó integrado por las siguientes entidades:

Encargados de la información:	Empresa de Servicios Comunales CITMA Higiene y Epidemiología Planificación física
Como decisores:	Gobierno Economía y planificación
Como afectados:	Población

Paso 1-2. Capacitación del grupo.

Se realizaron tres capacitaciones de forma semanal para analizar el alcance y contenido del procedimiento a implementar así como recoger los datos e informaciones necesarias, definir las técnicas, herramientas y acciones a desarrollar. Las siguientes capacitaciones se programaron quincenalmente. Se elaboró además el Plan de capacitación para el cual se seleccionaron las siguientes temáticas:

1. Manejo integral de los residuos sólidos. Situación actual. Principales afectaciones.
2. Saneamiento urbano. Cumplimiento de la normativa legal para su realización.
3. Higiene ambiental, seguridad y salud en el trabajo.
4. Índice de satisfacción de la población.

Entre las primeras acciones realizadas estuvo la utilización de los espacios radiales locales: Acontecer, Caminos, La Discoteca RJ, Desde mi surco y la creación de spot

y promocionales con el tema como parte de las campañas de bien público de Radio Juvenil, la emisora municipal.

Los programas divulgaron informaciones pertinentes al tema con el objetivo de comunicar a toda la población la situación actual del servicio de recogida y transportación, las causas de las deficiencias encontradas y la estrategia trazada para lograr la eficiencia esperada del proceso de saneamiento comunal. Con el objetivo de crear una conciencia social que garantice su colaboración en la eliminación de las indisciplinas sociales que atentan contra el buen desarrollo del proceso.

Fase II. Análisis del medio físico.

Paso 2-1. Características físico-geográficas.

El más occidental de los municipios holguineros limita al norte con “Jesús Menéndez” en Las Tunas; por el sur con Cauto Cristo (Granma) y Cacocum; por el este con el municipio de Holguín y al oeste con su similar de Majibacoa (Las Tunas). A sus habitantes se les conoce como calixteños. El asentamiento de Buenaventura es el centro político, económico y de gobierno del municipio; se encuentra ubicado al oeste de la provincia, en la región norte del oriente del país. Está conformado por siete repartos los que ocupan un área de 105,9 ha. y una población de 14.602 habitantes. La Carretera Central atraviesa el territorio y lo conecta con las ciudades de Holguín y Las Tunas. El centro del núcleo está limitado al norte por el reparto Pueblo Viejo, al este por el reparto Villa Magali y al oeste por el reparto Jardín y parte de Pueblo Viejo.

El territorio es llano, los suelos son arcillosos de tipología agrológica II pardos oscuros. El clima generalmente es tropical húmedo con características de continentalidad, con un valor de lluvia total media anual de 962 mm; esta cifra ha disminuido progresivamente debido a los cambios climáticos que están afectando a la región. La temperatura media es de 25.4 °C, con mayor incidencia en los meses de julio a septiembre.

La escasa red hidrográfica está subordinada a los regímenes de precipitaciones, tiene dos arroyos que lo cruzan de noreste hacia el suroeste, además de existir cuatro vaguadas. El Río La Rioja cruza el municipio, pero las afectaciones medio ambientales, la tala indiscriminada de árboles de sus riberas y otros daños ocasionados por la mano del hombre han afectado considerablemente su cauce.

Desde el punto de vista estructural, está formado por manzanas heterogéneas no uniformes, solo en el centro del poblado existe un trazado regular de las calles. La Carretera Central constituye su arteria principal. La trama urbana en forma rectangular la conforman vías en regular y mal estado las cuales presentan áreas verdes que animan la zona y la jerarquizan al nivel del núcleo.

Existen 0,16 ha correspondiente a viviendas, existiendo pocas áreas libres. Las condiciones ambientales son regulares, presenta cierta contaminación al manto freático por la carencia de alcantarillado. Predominan los viales de tierra con déficit de aceras y parterres.

La Empresa de Servicios Comunes presta el servicio de recogida de residuos sólidos urbanos en el asentamiento a un total de 11.220 personas lo que representa el 88,19% de la población total. Se recoge un estimado de 164,8 m³/día, lo que equivale a 1,74kg/día por habitante. Estos altos volúmenes en los últimos años muestran una tendencia al incremento debido al crecimiento territorial y poblacional. (Anexos 2 y 3)

El asentamiento no cuenta con planta de tratamiento por lo que los residuos son depositados directamente en el vertedero luego de su recogida y allí se realiza el proceso de selección de materiales por parte de los trabajadores.

Para el servicio de recogida se cuenta solamente con un tractor con capacidad para 16 m³, el cual realiza de tres a cuatro viajes diarios recogiendo un volumen aproximado de 60,4 m³ lo que representa el 35,86%; no tiene ruta fija sino que presta servicio a todo el asentamiento por lo que su ciclo de recogida se alarga y es inestable.

Para suplir el déficit se utiliza la tracción animal con nueve carretones que realizan un estimado de 37 viajes diarios en total y recogen un volumen de aproximadamente 108 m³ que representan 64,13% del volumen total recogido. El ciclo de los mismos tampoco es estable debido a negligencia de los responsables y al inadecuado diseño de las rutas de recogida.

Según el Censo de Población y Viviendas (2012) el 43 % de las viviendas queman sus residuos, situación preocupante desde el punto de vista ambiental.

Considerando lo planteado por Zaldívar (2014) para identificar las deficiencias que existen en el manejo de los residuos sólidos urbanos se debe partir del análisis de los componentes físicos espaciales:

- Uso de Suelo.
- Estructura Urbana.
- Forma.

En consecuencia se realiza (ver tabla 3) una evaluación de los mismos que determinó las principales dificultades.

Tabla 3: Matriz de integración del ciclo de vida con los componentes físico espaciales.

Componentes físico-espaciales	Ciclo de Vida	
	Recogida	Transportación
Uso de Suelo	Se lleva a cabo directamente de la acera o las vías, donde se encuentran los bultos o recipientes sin retorno, que deposita la población, así como de los contenedores, o la entrega directa a los medios de recolección. Es inestable, mostrando mayores dificultades en los nuevos repartos	Se realiza según la tecnificación obtenida y las facilidades que tengan los distintos consejos populares desde los lugares de generación hasta su disposición final, se utiliza mayormente la tracción animal por el déficit de medios mecanizados
Estructura Urbana	Se realiza en el centro, con mayor estabilidad, mientras que en los de la periferia el ciclo es inestable. Se utiliza el método de esquina o de parada fija y el de llevar y traer, en aquellas zonas con difícil acceso, el método de acera, en los que cuentan con urbanización y el método de contenedores en las zonas de edificios multifamiliares	Se utilizan los medios de transporte de forma aleatoria en todo el asentamiento por lo que el ciclo del medio mecanizado se alarga considerablemente y se utiliza con mayor frecuencia la tracción animal
Forma	Es insuficiente, se utilizan un tractor y nueve carretones	Atraso tecnológico, poco aprovechamiento del vehículo debido a su mal estado técnico y continuas reparaciones

Fuente. Adaptación de Zaldivar (2014).

Las dificultades en la interrelación del ciclo de vida de los residuos sólidos urbanos con los componentes físicos espaciales se manifiestan en:

- Ciclos de recogida inestables, observándose el cúmulo de residuos en las aceras, frente a las viviendas, en contenedores y depósitos.
- Insuficiente cantidad de contenedores para depositar los residuos.
- La aparición de micro vertederos ilegales, cercanos a las zonas de viviendas recién urbanizadas debido a la falta de planificación previa de rutas para la recogida y transportación. Afectando los ríos, arroyos y terrenos libres.
- No se realiza una planificación del sistema de recogida, teniendo en cuenta el máximo aprovechamiento del parque automotor, las características del área, el uso predominante, las características topográficas, el sistema vial y las áreas de difícil acceso.
- Poca utilidad del reuso y reciclaje de los residuos sólidos, el mayor por ciento de los escombros generados por la actividad de la construcción se depositan en terrenos libres y en los alrededores creando micro vertederos

Para lograr un servicio de saneamiento eficiente y eficaz es necesaria la colaboración tanto de la autoridad competente como de la población en general. Sería lo ideal que se llevara a cabo el proceso de recogida selectiva planteado por Urbina (2011), así como que la población depositara sus residuos en un horario fijo, que se crearan rutas adecuadas y se estableciera el ciclo de recogida tomando como consideraciones las características físico-geográficas del asentamiento y las zonas críticas con mayor producción de residuos.

Es preciso el acondicionamiento del parque automotor y los medios de protección para los trabajadores, además del cumplimiento y control de las regulaciones y normativas emitidas para la realización de estas actividades.

Paso 2-2. Identificación de las áreas críticas.

En entrevistas realizadas los habitantes refieren su insatisfacción con el servicio, pues los nuevos repartos carecen de un ciclo de recogida fijo siendo este de hasta una vez por mes y sin previo aviso lo que ha conllevado a la aparición de microvertederos ilegales dentro de los repartos en viviendas en construcción y pequeños espacios libres. La carencia de medios especializados conllevó a la introducción de la tracción animal para la recogida de los residuos a pesar de ser un medio antihigiénico y obsoleto que además determinó la necesidad de acercar los vertederos a las zonas pobladas incumpliendo con los requisitos mínimos de ubicación y operación.

Se identificó además que no existían rutas predefinidas, el volumen de residuos generados en la mayoría de las áreas superaba en gran medida la capacidad de carga de los vehículos destinados a la labor en especial en las zonas donde se utiliza la tracción animal, por lo que se necesitaba realizar varios viajes al vertedero y en ocasiones no se lograba servir a toda la población prevista en la ruta establecida para el día, creando interrupciones en el ciclo de recogida.

Se observó además que resulta incómodo para este medio de transporte el vaciado de los recipientes recolectores (contenedores) pues los mismos se llenan con rapidez y en ocasiones solo se recoge una pequeña porción, quedando los residuos del fondo en descomposición por varios días. Las áreas están distribuidas para doce carretoneros y un tractor y solo hay en existencia nueve carretoneros por lo con frecuencia la tripulación debe atender áreas afectadas por el déficit de la transportación así como acudir cuando se reportan incidencias como aparición de microvertederos ilegales, factores que interrumpen su ciclo de recogida y el cumplimiento de las rutas previstas.

A través del estudio diagnóstico realizado se identificaron varias deficiencias donde el servicio de recogida y transportación afecta tanto a pobladores como trabajadores vinculados con el tema, dentro de las que se encuentran las siguientes:

- Inestabilidad en el ciclo de recogida y transportación.

- Déficit y mal estado del parque automotor.
- Falta de piezas y accesorios para realizar el mantenimiento y la reparación.
- Carencia de recursos financieros para combustibles, lubricantes y otros insumos.
- No existe vinculación de los subsistemas de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos con su infraestructura urbana.
- No se cuenta con la tecnología necesaria ni se brinda capacitación a la población y las instituciones en el tema del reuso y la clasificación de los desechos.
- No existe conciencia por parte de los trabajadores y de la población respecto al impacto económico y social que produce la inadecuada gestión de los residuos sólidos urbanos.

Se visualiza además el incremento de microvertederos ilegales en áreas libres, pérdida de la utilidad de aguas superficiales debido al constante vertido a los ríos y alcantarillas, así como mala imagen del asentamiento, pues a menudo se observan bultos de basura sin recoger frente a las viviendas e instalaciones estatales. A partir del análisis del medio físico, del funcionamiento de los servicios de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos; se determinaron como áreas críticas (Anexo 4) las siguientes atendiendo a:

- Menor frecuencia de recogida y afectación del transporte:
Las Brisas, Reparto Jardín, Reparto Nuevo, Villa Magali e Irene.
- Mayor volumen de generación:
Área del Hospital, Sector Campesino, Centro Escolar.

Paso 2-3. Identificación de los sectores.

Por tanto teniendo en cuenta las tipologías urbanísticas, la estructura organizativa del asentamiento, la demanda exigida, las tecnologías disponibles y los métodos de recolección, fueron identificados tres sectores:

Tabla 4: Identificación de los sectores.

Sector	Tipologías urbanísticas	Tecnología a utilizar	Método de recogida
1	3	Semimecanizada	Contenedor
2	2	Semimecanizada	Acera
3	5-2	Semimecanizada y manual	Contenedor Esquina

Fuente: Elaboración propia.

Fase III. Propuesta de optimización.

Paso 3-1. Dimensionamiento del sistema de transporte.

Se realizó el dimensionamiento del transporte partiendo del análisis de la tecnología disponible. Se comprobó que el parque automotor existente es insuficiente e ineficiente pues la generación de grandes volúmenes de residuos sólidos y el índice de urbanización en el asentamiento revelaron la necesidad de acondicionarlo adecuadamente para el servicio de recogida y transportación. Se deberá utilizar equipos de gran capacidad y de tecnología mecanizada y semimecanizada con la participación de la tracción animal en las pequeñas zonas que presentan condiciones de difícil acceso, conectividad y bajos niveles de urbanización. Sin embargo actualmente solo se cuenta con tecnología semimecanizada y manual existiendo un tractor y nueve carretoneros con capacidad para 16 m³ y 2,5 m³ respectivamente.

Paso 3-2 Establecimiento de la rutas de recolección

Se realizó la reestructuración de las rutas de recogida (Sancho y Cervera, 1997), tomando como consideraciones la topografía del terreno, el volumen de residuos generado, los métodos de recolección más idóneos y el apoyo de los trabajadores de

la zona comunal.

En el diseño se minimizaron las vueltas en U y a la izquierda, utilizándolas solo en los casos obligatorios con una previa comprobación de que su ejecución no afecte el quehacer cotidiano ni el tránsito. Se fijó el punto de partida previendo comenzar por las partes elevadas, debido al trazado irregular existente y la baja capacidad de carga de los vehículos de transporte. Se decidió para la mayoría de las rutas rodear las manzanas, quedando establecidas de la siguiente forma: (ver tabla 5 y anexo 5)

Tabla 5: Exigencias para el diseño de las rutas de recolección

Ruta	Capacidad del vehículo (m ³)	Frecuencia de recolección	Volumen de residuos a recoger (m ³)	Método utilizado	Horario de recogida	Cantidad de viajes
Reparto Centro escolar	2,5	diaria	12,5	acera	6:00 am	5
Reparto Centro escolar	2,5	diaria	12,5	acera	6:00 am	5
Reparto Jardín	2,5	diaria	12,5	acera	6:00 am	5
Reparto Jardín	2,5	diaria	12,5	acera	6:00 am	5
Área del Hospital	2,5	diaria	12,5	acera	6:00 am	5
Reparto Nuevo	2,5	diaria	12,5	contenedor	6:00 am	1
Las Brisas y el Sector campesino	16	cada tres días	48	acera	6:00 am	3
Villa Magali e Irene	16	cada tres días	48	acera	6:00 am	3

Fuente: Elaboración propia

Fase IV. Implementación, evaluación y ajuste.

La implementación del procedimiento se llevó a cabo durante un período de 15 días como experimento. Sin embargo, tuvo una buena repercusión pues con el ordenamiento del proceso se logró prestar servicio a toda la población evacuando mayores volúmenes de residuos en un menor tiempo con el máximo aprovechamiento del parque automotor.

Paso 4-1. Evaluación de la eficiencia del sistema.

La puesta en práctica del procedimiento ha generado opiniones satisfactorias de los implicados y el mismo, permitiendo una optimización del proceso. (Anexos 6)

Paso 4-2. Indicadores de evaluación.

En la evaluación de los resultados de la aplicación del procedimiento se midieron los siguientes indicadores: (ver tabla 6)

Tabla 6: Indicadores de evaluación.

No	Nombre	Indicador	Cantidad	U/M
1	Cobertura de la recolección	Generación per cápita de residuos sólidos urbanos por sectores	12,5	M ³
		Por ciento de la población que tiene acceso a la recolección por sectores	100	%
		Por ciento de residuos sólidos urbanos recogidos por sectores	100 (180)	%, m ³
2	Disposición controlada	Frecuencia de recolección de los residuos sólidos urbanos por sectores - Tractor - Carretón	Cada tres días Diario	días
		Capacidad de la tecnología - Tractor - Carretón	16,0 2,5	m ³
3	Coherencia Institucional	Por ciento del presupuesto para la recogida y transporte de los residuos sólidos urbanos controlados por las instituciones	(15 %) 441,69	%, MP

Conclusiones parciales:

1. La evaluación de los subsistemas de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos en el asentamiento Buenaventura reveló deficiencias en el proceso, ya que estos han manifestado un crecimiento paralelo al aumento poblacional existiendo la necesidad de reajustar su gestión a las nuevas características físicas geográficas y poblacionales para lo que se precisa de la implementación de un procedimiento que logre su optimización.
2. Con la aplicación del procedimiento establecido se obtuvieron resultados satisfactorios, reflejados en la organización, planificación y control del servicio, extendiéndolo a toda la población residente. Se logró la recogida de mayores volúmenes de residuos sólidos en menor tiempo con el máximo aprovechamiento del parque automotor y el cumplimiento del ciclo de recogida establecido.

CONCLUSIONES GENERALES

1. El crecimiento poblacional y territorial presente en el mundo, unido a la cultura del derroche y el consumismo han condicionado el crecimiento de los volúmenes de residuos sólidos urbanos sin una gestión planificada que asegure su adecuado manejo. Sin embargo, estudios realizados demostraron que el servicio de recogida y transportación es una de las etapas del proceso de saneamiento comunal susceptible a optimizar.
2. El minucioso diagnóstico de los componentes del subsistema de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos en el asentamiento de Buenaventura reveló la necesidad de su reajuste con la integración de la infraestructura urbana y su dimensión físico-espacial.
3. La optimización de este servicio trajo mejoras significativas en la esfera medioambiental y poblacional. Las acciones concebidas para la validación de la metodología permitieron constatar la validez de la hipótesis razón por la cual se pudo confirmar su valor social y profesional, así como cumplimentar el objetivo general propuesto en la investigación.

RECOMENDACIONES

1. Encargar al grupo multidisciplinario el seguimiento del proceso de recogida y transportación de los residuos sólidos, a través de la evaluación y ajuste del procedimiento, como una contribución permanente para mejorar de forma continua y general la calidad del saneamiento urbano.
2. Sugerir a la Empresa Municipal de Servicios Comunes incorporar en sus proyecciones presupuesto para la compra de contenedores para la recolección de residuos en centros priorizados como tiendas, mercados, centros de salud, edificios multifamiliares, y el acondicionamiento del parque automotor.
3. Extender la aplicación del procedimiento a todos los asentamientos urbanos del municipio.

BIBLIOGRAFÍA

1. Betancourt, Rafael. Ciudad y medioambiente: Residuos sólidos. Taller Nacional sobre Gestión de Residuales Sólidos Urbanos. Sancti Spíritus. 2007.
2. Betancourt Pineda. L.L & Pichs Herrera. L. A. Plan de manejo de desechos sólidos en la gestión ambiental empresarial. 2004.
3. Carballosa Córdova, Litsay. Ordenamiento de la infraestructura de almacenaje y tratamiento de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Holguín. Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Civil. Holguín. 2014
4. Catanhide, A. Procedimiento estadístico para los estudios de caracterización de residuos sólidos. Centro panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del ambiente, 2005.
5. Colectivo de autores. Comunicación y participación. Herramientas para movilizar actores en la ciudad de Holguín. Proyecto Agenda 21 Loca/Geo-Ciudad Holguín. Cuba. Editorial Academia. La Habana. 2008.
6. Colectivo de autores. Gestión urbano ambiental innovativa, integrada, participativa y estratégica. Resultados en la Ciudad de Holguín. Proyecto Agenda 21 Loca/Geo-Ciudad Holguín. Cuba. Editorial Academia. La Habana. 2008.
7. Colectivo de autores. Modelo para la Gestión Urbano Ambiental. Experiencia de su aplicación en Holguín. Proyecto Agenda 21 Loca/Geo Ciudad Holguín. Cuba. Editorial Academia. La Habana. 2009.
8. Colectivo de autores. Política de Gestión Ambiental Urbana. Bogotá, D.C. Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Colombia. 2008.

9. Colectivo de autores. La problemática de los residuos sólidos y su gestión en la Ciudad Universitaria Abel Santamaría. Facultad de Química-Farmacología. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Cuba
10. Colectivo de autores. Libro de Consulta para Evaluación Ambiental (Volumen I; II y III).
11. Cruz Peña, Dany. Manejo de residuos sólidos urbanos en la Habana Cuba, Gestión ambiental y sostenibilidad. 2011.pdf
12. Cruz Cabezas, Miguel Alejandro. MONOGRAFÍA ¿Cómo se estructura y construye un Trabajo de Diploma? Agosto, 2014.
13. Del Val, Alfonso. Documento: La Construcción de la Ciudad Sostenible. Tratamiento de los residuos sólidos urbanos. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/cs/p3/a014.html>. [consulta: febrero 2015]
14. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos urbanos en América latina y el caribe. Perú 2003.
15. ecured. Basura. Disponible en: <http://www.ecured.cu/index.php?title=Basura&oldid=2191843> [consulta: marzo 2015]
16. ecured. Basura contaminación generada Disponible en: <http://www.ecured.cu/index.php/Basuracontaminaci.C3.Be.generada> [consulta: marzo 2015]
17. ecured. Gestión de residuos. Disponible en: http://www.ecured.cu/index.php/gesti%.C3.B3n-de_residuos. [consulta: marzo 2015]
18. ecured. Residuos sólidos. Disponible en: <http://www.ecured.cu/index.php/residuos-s%c3%b3lidoscomponentes> [consulta: marzo 2015]

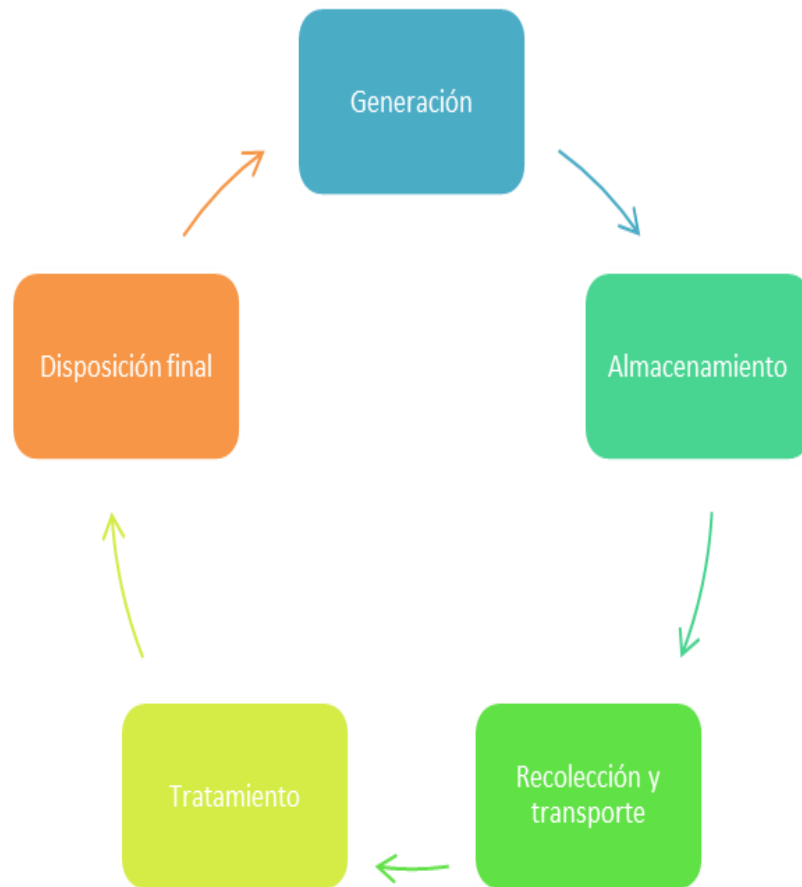
19. Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia. ISO 14040:2006, IDT
20. Gestión Integral de Residuos. Disponible en: <http://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/esantall/q37.0/Clase%25206%2520-Residuos/GESTION%2520INTEGRAL%2520DE%2520RESIDUOS.pdf>. [Consulta: marzo 2015]
21. Güereca Hernández, Leonor Patricia. Desarrollo de una metodología para la valoración en el análisis del ciclo de vida aplicada a la gestión integral de Residuos Municipales. Tesis Doctoral. Barcelona. 2006.
22. Guía para la gestión integral de los RSU. Disponible en: http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Publications/Pub_free/Guia_para_la_gestion_integral_de_los_residuos_solidos_urbanos.pdf. [consulta: febrero 2015]
23. ICB Editores, (aut.). Gestión y evaluación medioambiental. 298 pág. ISBN: 8492889640 ISBN-13: 9788492889648
24. Impactos ambientales de los residuos sólidos Disponible en: http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/3esobiologia/3quincena4/3quincena4_contenidos_2d.htm [consulta: febrero 2015]
25. Instrucción Normativa No. 1/2007. Manual de procedimiento y Normas técnicas para la higienización comunal. MEP. Dpto. Independiente de Servicios Comunales. 2007.
26. Ley 81/97 del Medio Ambiente. Gaceta Oficial de la República de Cuba N°7, Ciudad de La Habana, Cuba.1997.
27. Lores Zaldivar, Everth Luis. Procedimiento para optimizar la infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Holguín. Tesis presentada en opción al Título de Ingeniero Civil, Holguín. 2014

28. Los residuos sólidos a través de la historia. Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Los-Residuos-S%C3%B3lidos-a-Trav%C3%A9s-De/2337139.html> [consulta: febrero 2015]
29. Manejo de los desechos sólidos. Disponible en: <http://www.desechos-solidos.com/manejo-desechos-solidos.html>.
30. Navarro Roldán, Miguel Ángel. Manual gestión ambiental en la empresa. Editorial CEP S.L. Edición: marzo 2011 Depósito Legal: M-11973-2009
31. Oficina Nacional de estadísticas, República de Cuba. Gestión Ambiental en cifras. Cuba 2010.
32. Oficina Nacional de Estadística e Información. Vehículos para recogida y transporte de residuos sólidos urbanos. Informe Final Censo de Población y Viviendas. 2012 Impreso en: Holguín
33. OPS/OMS. Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en Cuba. Serie Análisis Sectoriales No. 13, 1997.
34. Plan de Manejo de Desechos Sólidos en la Gestión Ambiental Empresarial. Norma 50/2006.
35. PNUMA (2002). Metodología para la elaboración de los informes GEO Ciudades, Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Ciudad de México, sexto México 161 p.
36. Residuos Sólidos Urbanos. Almacenamiento, recolección y transportación. Requisitos higiénicos sanitarios y ambientales. Norma Cubana 133.2002.
37. Residuos Sólidos Urbanos. Tratamiento. Requisitos higiénicos sanitarios y ambientales. Norma Cubana 134-2002.
38. Residuos Sólidos Urbanos. Disposición final. Requisitos higiénicos sanitarios y ambientales. Norma Cubana 135- 2002.

39. Residuos Sólidos Urbanos: su gestión integral en Argentina. Disponible en: http://www.aragon.es/estaticos/ImportFiles/06/docs/%C3%81reas/Residuos/GestResidArag/ObservatorioMedioAmbiente/Publicaciones/RESIDUOS_URBANOS.pdf. " [Consulta: 15/02/15].
40. Rodríguez Paz, George. Vehículos para recogida y transporte de residuos sólidos urbanos (RSU): características y suministradores- Equipamiento urbano. Disponible en: "http://www.interempresas.net/Equipamiento_Municipal/Productos/Vehiculos-para-recogida-y-transporte-de-residuos-solidos-urbanos-%28RSU%29.html" [Consulta: 15/02/15].
41. Sancho y Cervera, Jaime. Manual técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales.
42. Sistemas de gestión ambiental requisitos con orientación para su uso. ISO 14001:2004, IDT
43. Urbina Reynaldo, María Onelia. La ordenación de los residuos sólidos en la ciudad de Holguín. Enfoque desde un modelo espacial. Trabajo profesional especialidad de postgrado en ordenamiento territorial, Holguín. 2011
44. Wikipedia 2014. Residuos sólidos urbanos. <http://es.wikipedia.org>. [consulta: febrero 2015]
45. Wikipedia 2014. Basura a nivel mundial. <http://es.wikipedia.org>. [consulta: febrero 2015]

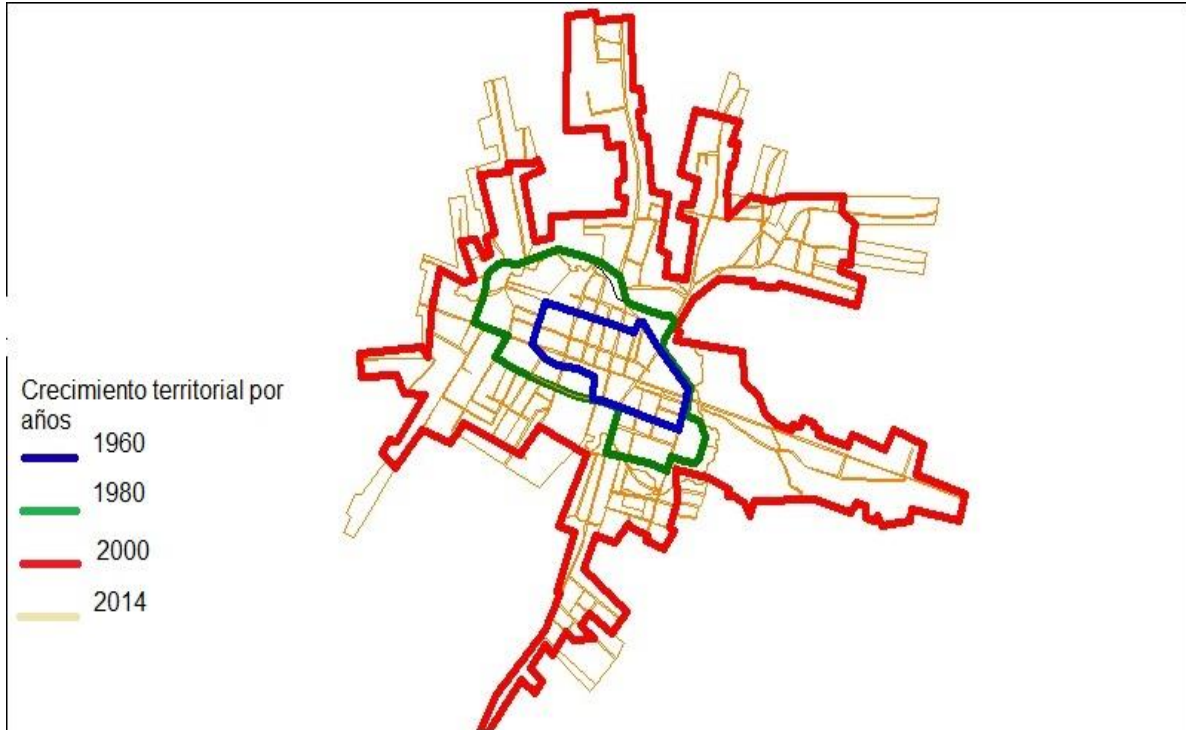
ANEXO 1

Ciclo de vida de los residuos sólidos urbanos.



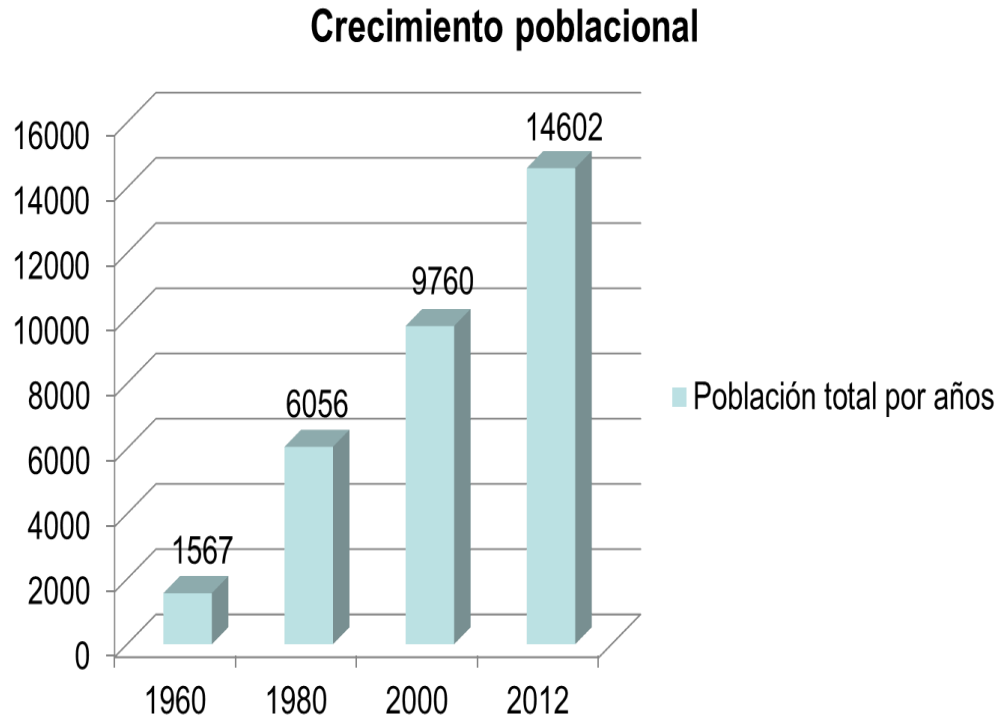
ANEXO 2

Desarrollo físico- espacial del asentamiento urbano de Buenaventura.



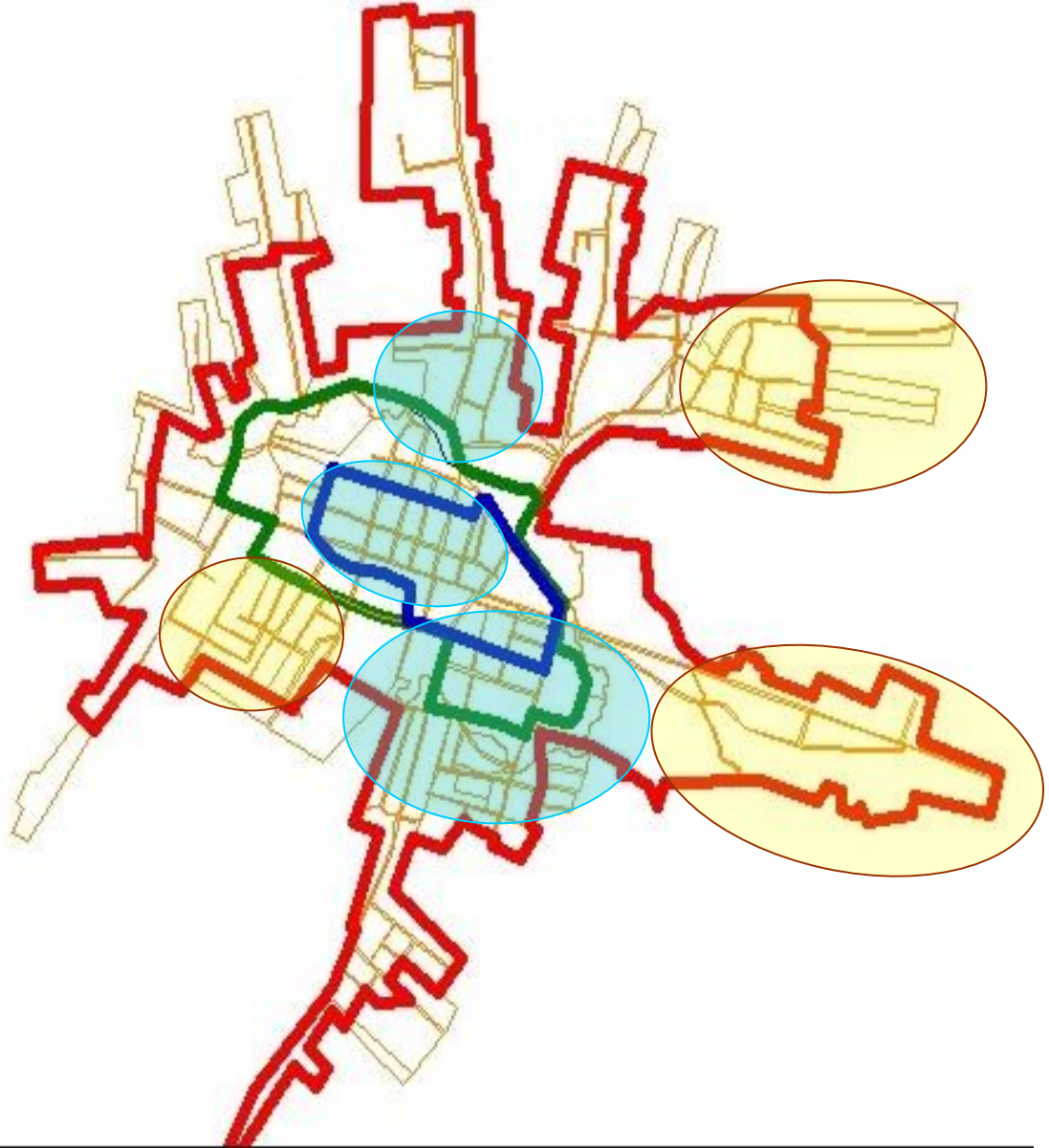
ANEXO 3



Crecimiento poblacional en el asentamiento urbano de Buenaventura.



ANEXO 4

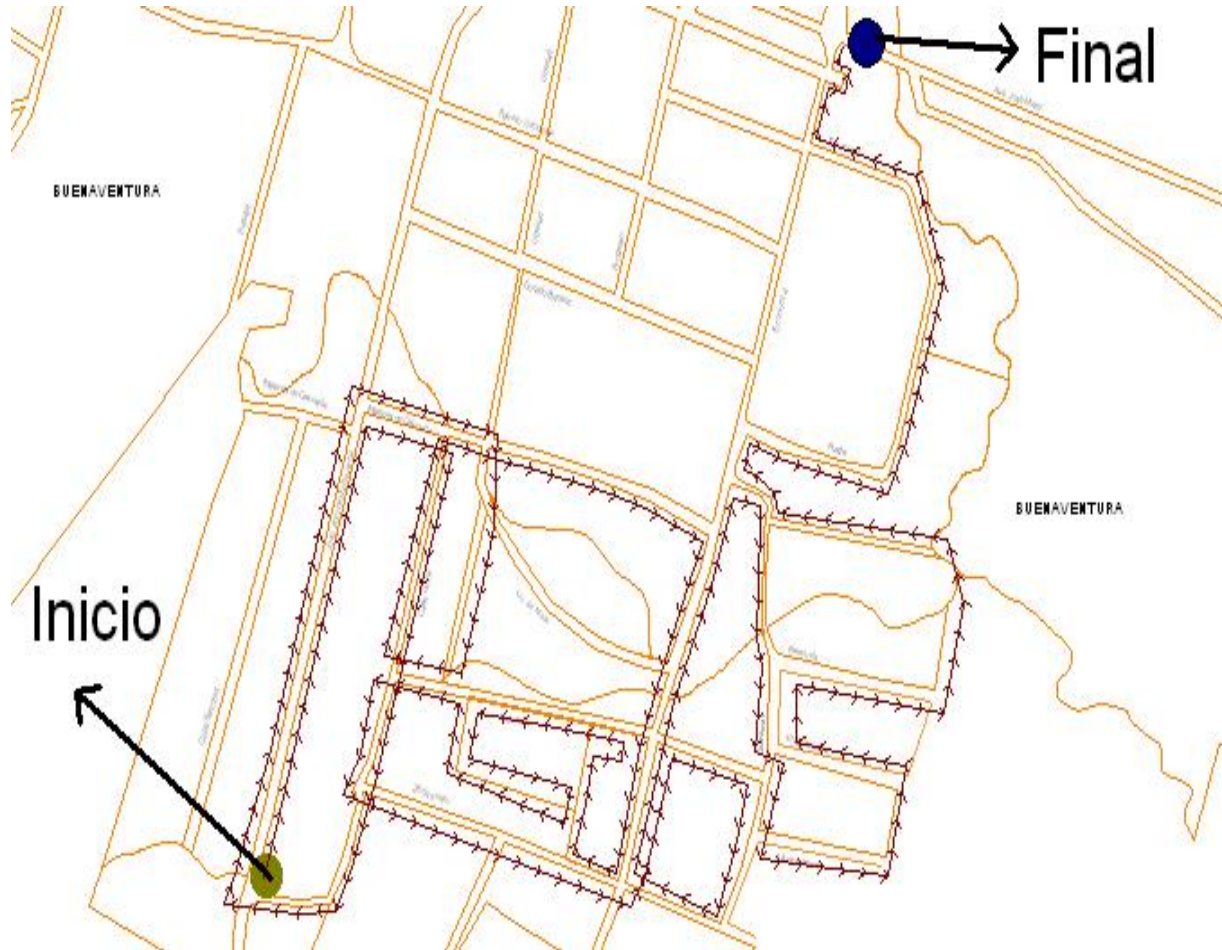
Zonas críticas



-
-  Menor frecuencia de recolección
 -  Mayor volumen de generación

ANEXO 5

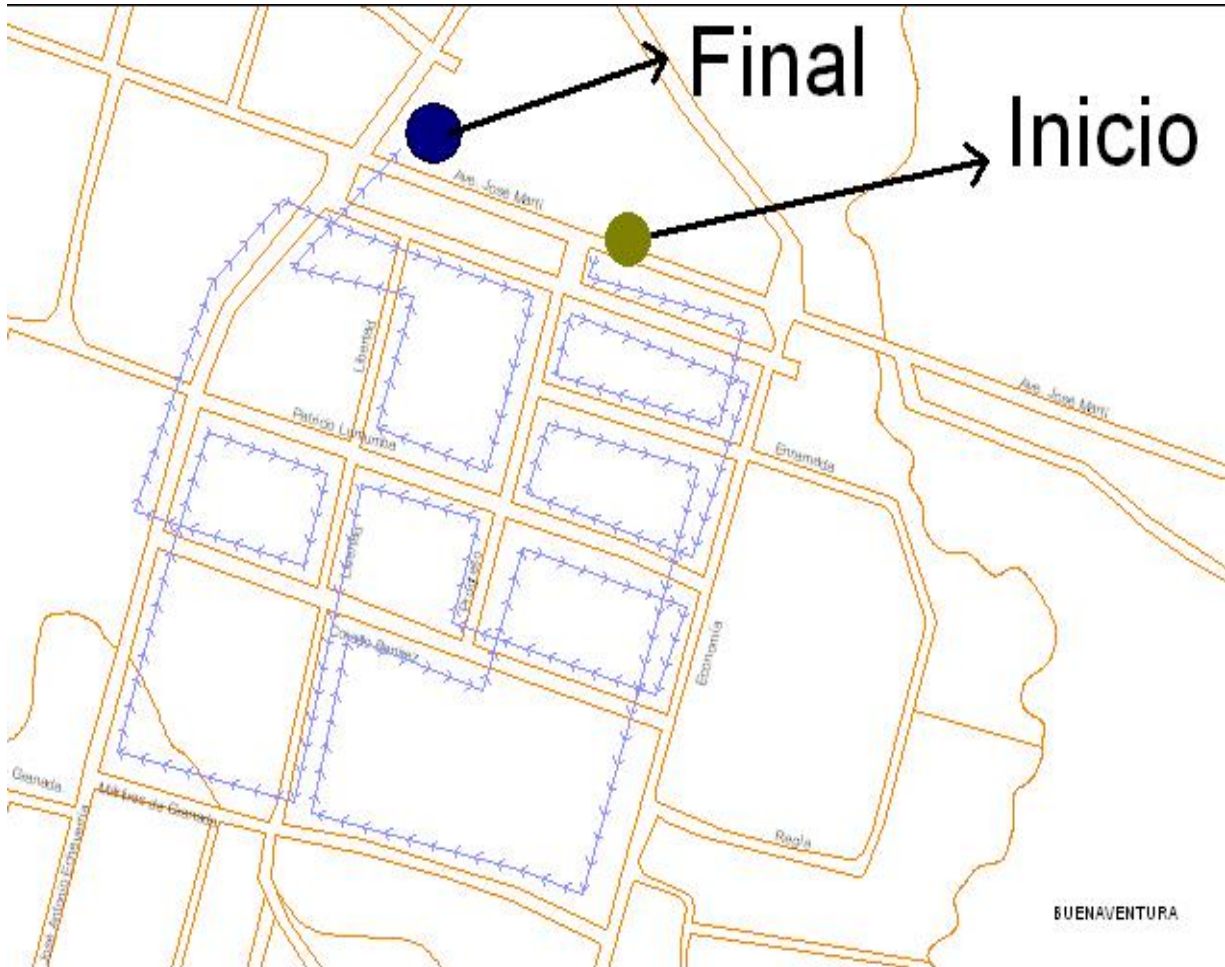
Ruta I. Reparto Centro Escolar.



Elaborado por la Oficina Municipal de Planificación Física.

Continuación anexo 5

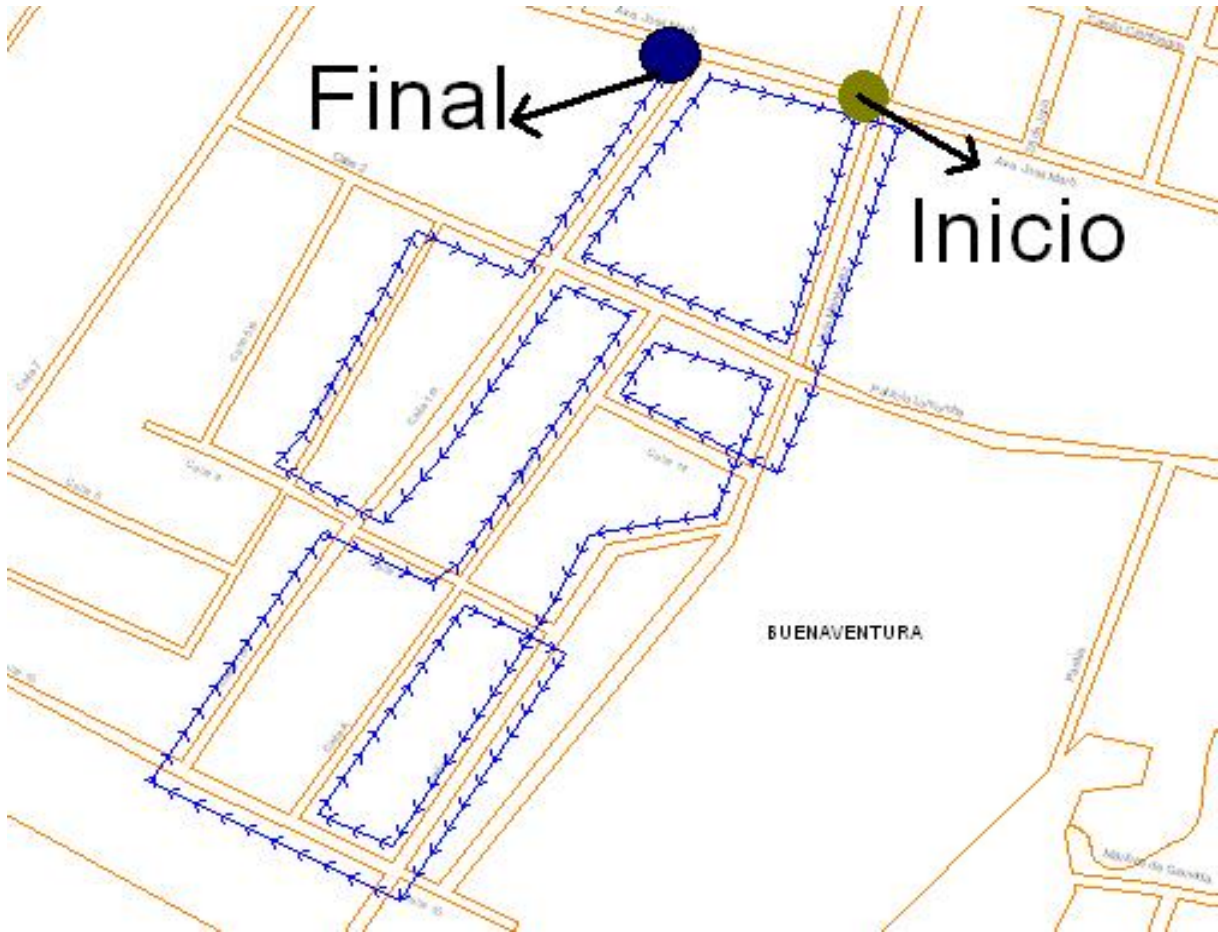
Ruta II. Reparto Centro Escolar.



Elaborado por la Oficina Municipal de Planificación Física.

Continuación anexo 5

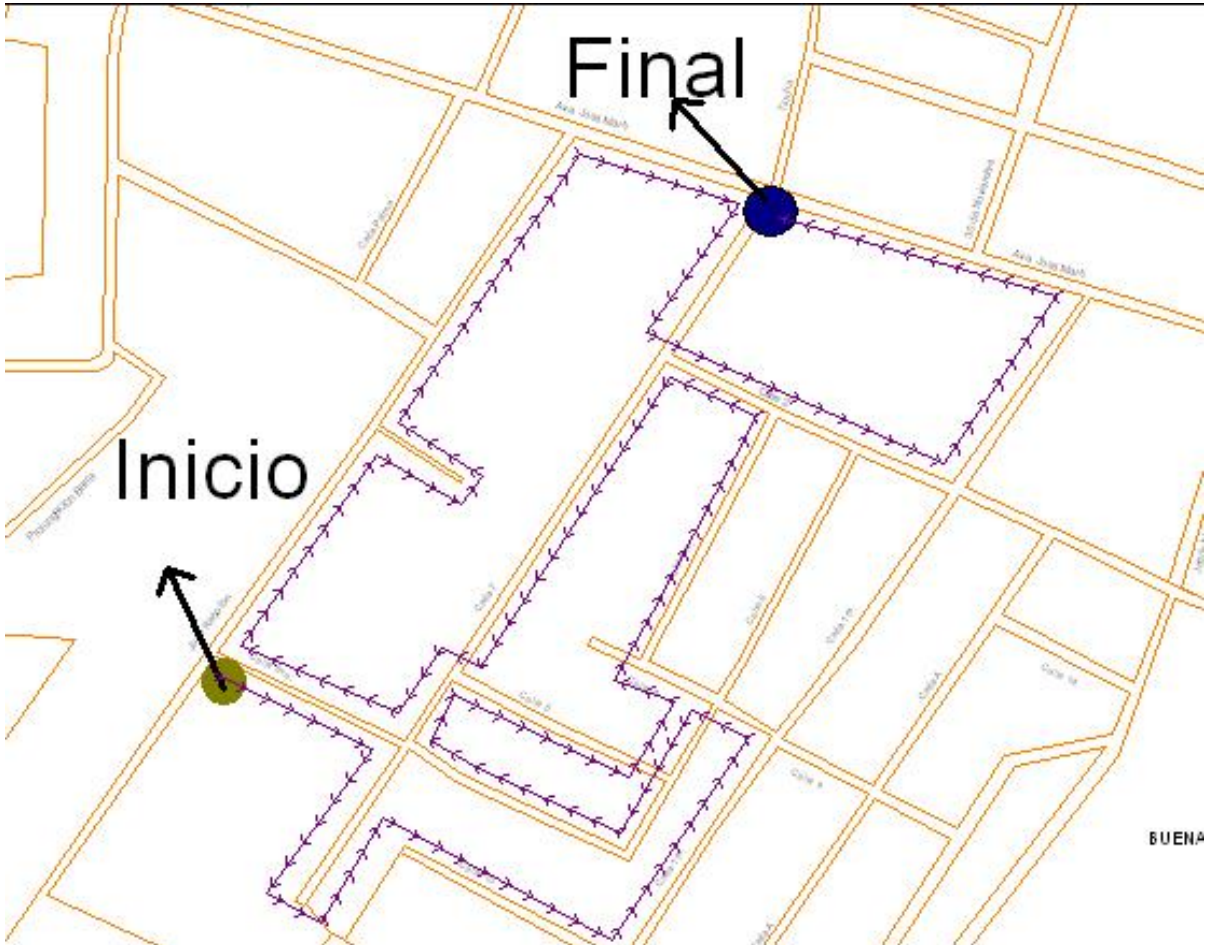
Ruta III. Reparto Jardín.



Elaborado por la Oficina Municipal de Planificación Física.

Continuación anexo 5

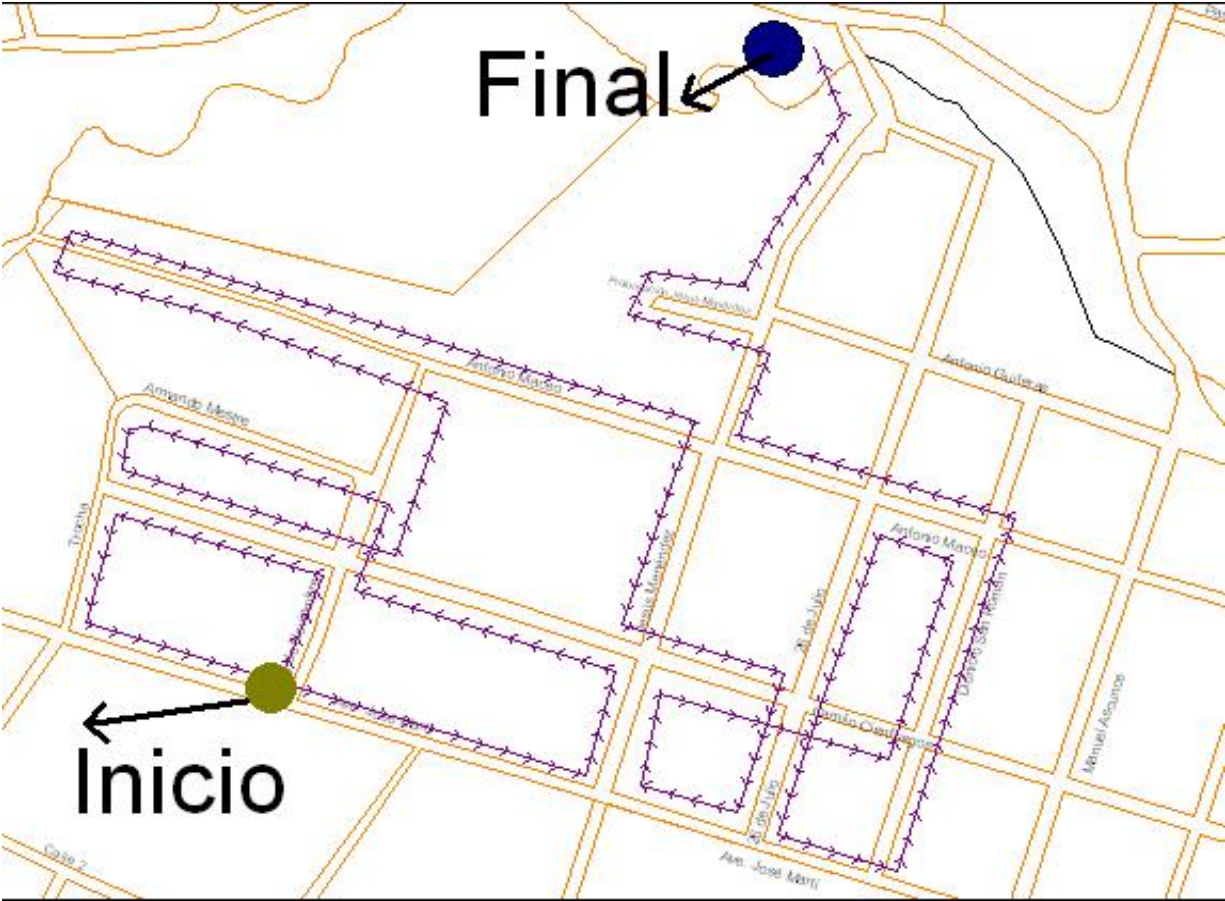
Ruta IV. Reparto Jardín.



Elaborado por la Oficina Municipal de Planificación Física.

Continuación anexo 5

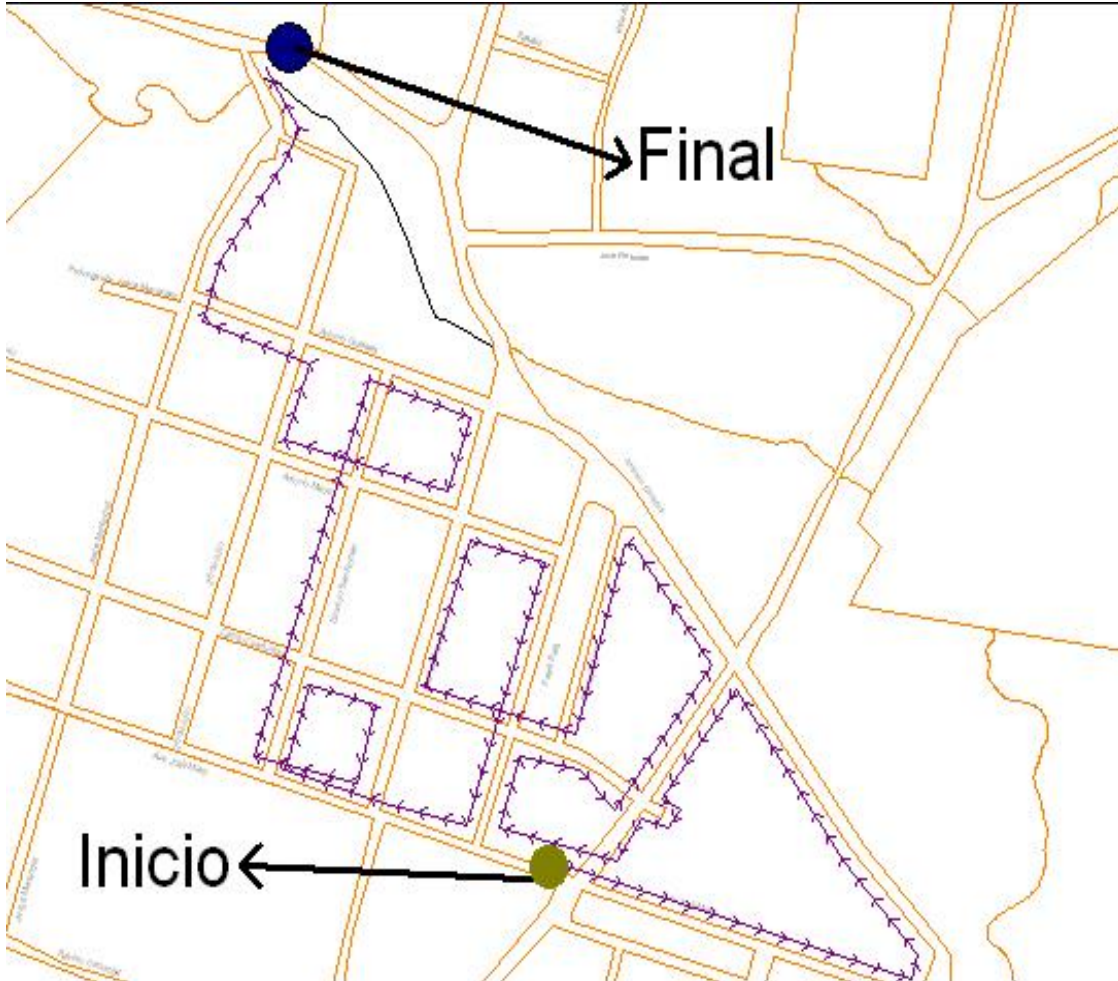
Ruta V: Área del Hospital.



Elaborado por la Oficina Municipal de Planificación Física.

Continuación anexo 5

Ruta VI: Área del Hospital.



Elaborado por la Oficina Municipal de Planificación Física.

ANEXO 6

Certifico de U/P Servicios Comunales.

**U/P SERVICIOS COMUNALES
CALIXTO GARCÍA**

Buenaventura, 6 de Mayo del 2015
“Año 57 de la Revolución.”

YO: Julio Molina Ramírez, Director de la U/P Servicios Comunales del Municipio Calixto García.

Certifico:

Que el trabajo, elaborado y presentado por Yudelkis Salcedo Fernández, de su tesis en opción al título Ingeniero Civil, referido al procedimiento para optimizar la infraestructura urbana para la recogida y transportación de los desechos sólidos en la zona urbana de la localidad de Buenaventura, logró la realización de un estudio más profundo que permitiera en el sector proponer nuevas acciones para el eficiente manejo de los desechos sólidos, el diagnóstico realizado determinó las principales deficiencias del servicio que se presta actualmente, por ejemplo, hoy la fuerza manual y mecanizada con que cuenta el territorio no es insuficiente debido al crecimiento poblacional, por lo que demostró la necesidad optimizar la infraestructura urbana para la recogida y transportación de los residuos sólidos urbanos, como herramienta para lograr un proceso de saneamiento ambiental efectivo. Este trabajo permitió que se obtuvieran mayores resultados en la organización y planificación del trabajo para la correcta gestión de los desechos sólidos en el asentamiento, con la participación directa de las entidades vinculadas a este servicio y la satisfacción de la población servida.

Saludos

Lic. Julio Molina Ramírez

Director



Continuación anexo 6

Certifico del Consejo de la Administración Municipal.

CONSEJO DE LA ADMINISTRACION MUNICIPAL
PODER POPULAR "CALIXTO GARCIA"

Buenaventura, 5 de junio de 2015
"Año 57 de la Revolución"

Yo, **Marjoris Almaguer Tamayo**, Secretaria del Consejo de Administración del Municipio "Calixto García".


CERTIFICO:


Que en la Reunión Ordinaria del Consejo de Administración Municipal efectuada, el 26 de Mayo del año 2015, "Año 57 de la Revolución", se adoptó el siguiente acuerdo.

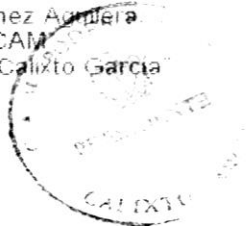
Acuerdos No: 1678/15:

Aprobar la propuesta presentada por Yudelkis Salcedo Fernández de su Tesis de graduación referida al Procedimiento para Optimizar la Infraestructura Urbana de Recogida y Transportación de los Residuos Sólidos Urbanos.

Y para que así conste firmamos el presente en la fecha antes expuesta.


Ing. Eberto Martínez Aguilera
Presidente CAM
P/Popular "Calixto García"


Lic. Marjoris Almaguer Tamayo
Secretaria del CAM
P/Popular "Calixto García"



Continuación anexo 6

Certifico de Higiene y Epidemiología.

U/P SERVICIOS COMUNALES
CALIXTO GARCÍA

Departamento de Higiene y Necrología.

Buenaventura, 6 de Mayo del 2015
“Año 57 de la R evolución.”

Certifico:

Que el procedimiento aplicado por Yudelkis Salcedo Fernández, en el asentamiento urbano de Buenaventura, para optimizar la infraestructura urbana de recogida y transportación de los residuos sólidos, sirvió de herramienta para mejorar el proceso de saneamiento ambiental. Con él se obtuvieron mejoras significativas en las condiciones higiénico-sanitarias locales al prever una mayor organización y capacitación en la realización del servicio de recogida y transportación, con las cuales se logró prestar servicio a toda la población con el cumplimiento del ciclo de recogida, evitando la proliferación de insectos, enfermedades y microvertederos ilegales.



Dr. Alexis Alarcón Pérez
J' Dto Higiene y Necrología